E 911
R
LOGY LIBRARY
Eu.270
RATE

Band 37, Heft 1 Januar 1955

ZEITSCHRIFT FÜR ANGEWANDTE ENTOMOLOGIE

ZUGLEICH ORGAN DER DEUTSCHEN GESELLSCHAFT FÜR ANGEWANDTE ENTOMOLOGIE

Begründet von K. ESCHERICH

HERAUSGEGEBEN VON

W. ZWÖLFER
Dr. rer. nat., o. ö. Professor für angewandte Zoologie an der Universität München

Mit 13 Abbildungen

1955
PAUL PAREY IN BERLIN UND HAMBURG

Z. ang. Ent. Bd. 37 **Heft 1** *S. 1—128 Bln. 1955*

Inhalt

Originalaufsätze

Grundzüge der Insektensuccession in *Pinus*-Arten der Gebirge von Guatemala. Von Günther Becker, Berlin 1

Über die Lebensgewohnheiten der geflügelten Blattläuse (*Aphidina*) unter besonderer Berücksichtigung des Verhaltens beim Landen. Von V. Moericke, Bonn. Mit 12 Abbildungen 29

Im europäischen Großraum eingeschleppte Borkenkäfer. Von Heinrich E. Wichmann, Hebertshausen-München 92

Das Gleichgewicht von Insektenbevölkerungen und die chemische Schädlingsbekämpfung. Schädlingsvermehrungen als Folge von Insektizidbehandlung. Von M. E. Solomon, D. S. I. R. Pest Infestation Laboratory, Slough, Bucks. Mit 1 Abbildung 110

Quadraspidiotus schneideri Bachmann — Art oder Rasse? Eine Entgegnung. Von F. Bachmann, Wädenswil (Zürich) 122

Über die wichtigsten artdifferenzierenden Merkmale der Schildlaus *Quadraspidiotus marani* Zahradník (= *Qu. schneideri* Bachmann). Von Jiri Zahradník 125

Referate

Einzelreferate 128

Schriftleitung: Professor Dr. W. Zwölfer, München 13, Amalienstr. 52, Gartengeb. Manuskripte sind nur an den Herrn Herausgeber zu schicken.

Honorierung: Die Beiträge sind so kurz und präzise wie möglich zu halten. Bei Abbildungen und Tabellen wird gebeten, sich auf das Notwendigste zu beschränken. Jeder Arbeit ist am Schluß eine kurze Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse anzufügen. Die Titel zitierter Zeitschriften sind nach den internationalen Regeln zu kürzen. Das Honorar beträgt je Bogen 40,— DM, mehr als 3 Bogen werden nicht honoriert. Der von Abbildungen und Tabellen eingenommene Raum sowie Doktor-Dissertationen werden nicht honoriert.

Erscheinungsweise: Jährlich erscheinen etwa 6 Hefte, von denen 4 einen Band bilden. Jedes Heft hat einen Umfang von 7 bis 8 Druckbogen. Das Abonnement verpflichtet zum Bezug eines ganzen Bandes. Es verlängert sich jeweils, falls nicht spätestens unverzüglich nach Eingang der letzten Lieferung des berechneten Bandes Abbestellung erfolgt.

Sonderabdrucke: Von Originalaufsätzen werden auf Wunsch 20 Sonderabdrucke kostenlos zur Verfügung gestellt, von Doktorarbeiten 50. Mehrbedarf kann gegen Berechnung geliefert werden.

Abonnementspreis dieses Heftes 25,60 DM **Einzelpreis 28,20 DM**

Aus der Bundesanstalt für mechanische und chemische Materialprüfung Berlin-Dahlem

Grundzüge der Insektensuccession in *Pinus*-Arten der Gebirge von Guatemala

Von

Günther Becker

Inhalt: I. Vorbemerkung S. 1. — II. die *Pinus*-Arten in Guatemala S. 2. — III. Die aufgefundenen Insektenarten S. 3. — 1. *Embiodea* S. 3. — 2. *Saltatoria* S. 3. — 3. *Dermaptera* S. 4. — 4. *Isoptera* S. 4. — 5. *Heteroptera* S. 4. — 6. *Coleoptera* S. 5. — 7. *Hymenoptera* S. 12. — 8. *Diptera* S. 13. — 9. *Lepidoptera* S. 13. — 10. Andere *Arthropoda* S. 14. — IV. Beobachtungen über Artenfolge und -dichte S. 14. — 1. Beginn und Stufenfolge der Successionen S. 14. — 2. Erste Successionsstufe: Saftfrische Stämme und Stubben S. 15. — 3. Zweite Successionsstufe: Holz noch vorwiegend fest, trocken oder wieder durchfeuchtet; Rinde locker S. 17. — 4. Dritte Successionsstufe: Holz von Pilzen zersetzt S. 18. — 5. Vergleich mit anderen Beobachtungen S. 18. — V. Geographische Verbreitung der aufgefundenen Arten S. 20. — VI. Zusammenfassung S. 26. — VII. Literaturverzeichnis S. 27.

I. Vorbemerkung

Eine Zeit von 3 Monaten, wie sie dem Verfasser von März bis Mai 1951 in Guatemala zur Verfügung stand, reicht natürlich auch für einen so eng begrenzten Lebensraum, wie ihn Holz und Rinde der Kiefern-Stämme und -Stubben eines Landes darstellen, nicht aus, um einen vollständigen Überblick über das Vorkommen und die Succession der Arthropoden zu gewinnen. Die Beobachtungen, über die hier berichtet werden soll, ließen sich zudem nur „nebenher" bei der Untersuchung einer *Dendroctonus adjunctus*-Kalamität anstellen. Lediglich ein kleiner Teil der ausgedehnten Gebirge Guatemalas konnte bereist werden, und zu häufigem Sammeln bot sich nur im vulkanischen Hochgebirge zwischen Maria Tecúm und Quezaltenango in Höhen von rund 2200 bis 3300 m Gelegenheit, während die tieferen Gebirgslagen, in denen *Dendroctonus adjunctus* nicht vorkommt, nur ganz flüchtig besucht werden konnten. Manches gesammelte Material wurde während des Versands beschädigt oder ging verloren. Quantitative Untersuchungen über das Vorkommen der gefundenen Tiere vollends waren schon aus Zeitmangel ausgeschlossen. — Die letzte Successionsstufe, das zerfallende Holz, wurde nicht mehr beachtet. — Erwähnenswert ist ferner, daß die in der Biologia Centrali Americana vorhandenen Angaben nur selten unmittelbar verwertet werden konnten, da sie die Fraßpflanzen der Insekten meist nicht nennen.

Wenn hier dennoch die Befunde des räumlich und jahreszeitlich zwangsläufig so unvollständigen Sammelns ausgewertet und bekanntgegeben werden, so geschieht das mit derselben Begründung, wie sie bereits in einer früheren Zusammenstellung von Beobachtungen an holzzerstörenden Insekten in Guatemala (1953) gegeben worden ist: jeder faunistische, biologische

oder ökologische Beitrag zur Kenntnis der Tierwelt tropischer Länder ist — auch wenn er in sich unvollständig ist — von gewissem Wert und für künftige Arbeiten auf ähnlichem Gebiet nützlich.

Trotz der genannten Begrenzungen die folgende Darstellung als „Grundzüge" zu bezeichnen, dürfte statthaft sein, da wohl doch jeweils wesentliche Anteile der vorkommenden Arten erfaßt worden sind — zumindest die wichtigeren Glieder der Succession — und da gerade viele in Holz und Kambium lebende Insekten weniger von der Jahreszeit abhängen als freilebende Verwandte und da ferner offenbar nur ein Teil der *Pinus*-Besiedler in diesem Tropengebiet einen ausgeprägten jahresbedingten Entwicklungskreis besitzt.

Die Succession holzfressender Insekten ist bereits in einigen Fällen untersucht worden, so daß gewisse Vergleiche möglich sind. R. KROGERUS (1927) beobachtete die Insekten in Fichtenstümpfen in Finnland. M. W. BLACKMAN und STAGE (1924) haben die Insekten in Rinde und Holz von Hickory-Stämmen in Nordamerika verfolgt. L. G. INGLES (1933) befaßte sich mit Laubbäumen in England. Mit *Dendroctonus* zusammen vorkommende Insekten in Kiefern Nordamerikas wurden von G. R. STRUBLE (1930) und D. DE LEON (1934) beobachtet. Von W. DERKSEN (1941) wurde die Folge pterygoter Insekten in abgestorbenem Buchenholz in Mecklenburg erforscht. H. EIDMANN (1943) hat die Successionen westafrikanischer Holzinsekten am Beispiel des tropischen Regenwaldes von Fernando Poo beschrieben. Neuerdings schließlich hat E. SCHIMITSCHEK (1952/53) die Insektenfauna und die Befallsfolgen in totem Tannen-, Fichten- und Buchenholz des österreichischen Urwaldes Rotwald eingehend untersucht.

Für die Tropen scheint H. EIDMANN den einzigen Beitrag über die Succession von Holzinsekten geliefert zu haben. Nachdem seine Arbeit sich mit Laubholzarten des westafrikanischen Regenwaldes befaßt hat, stellen nun die Beobachtungen in Guatemala eine erwünschte Ergänzung für Koniferen in einem heißen Gebiet dar. Mittelamerika aber ist — wie schon in einer früheren Beschreibung holzzerstörender Insekten (1953) betont wurde — faunistisch besonders interessant, weil hier auf den Gebirgszügen ebenso wie *Pinus* und andere Pflanzengattungen auch Insekten Nordamerikas weit nach Süden hin verbreitet sind, während in den tieferen Teilen des Landes neotropische Arten Südamerikas hinzukommen und sich außerdem viele endemische, anscheinend auf die schmale Hochgebirgs-Landbrücke beschränkte Formen finden.

Im Vergleich zu den tieferen, wärmeren Gebieten Guatemalas, die sich durch den bekannten Artenreichtum der Tropen auszeichnen, sind die kälteren hohen Gebirgslagen ausgesprochen artenarm. So ist auch die Zahl der hier unter der Rinde und im Holz der Kiefern gefundenen Insekten verhältnismäßig gering. Schon in den wärmeren Kiefernwäldern ohne die gefährlichen *Dendroctonus*-Arten, in denen nur kurz während der Fahrt durch dieses Gebiet gesammelt und beobachtet werden konnte, dürfte sie etwas größer als im Hochgebirge sein.

Allen Kollegen und Museumsleitungen, die durch die Bestimmung der Insekten die Voraussetzung für die vorliegende Bearbeitung der Successionserscheinungen geschaffen haben, sei auch an dieser Stelle nochmals herzlich gedankt.

II. Die *Pinus*-Arten in Guatemala

Eine kurze Beschreibung des Landes Guatemala und seiner Nadelwälder ist in einer früheren Veröffentlichung in dieser Zeitschrift (G. BECKER 1951) gegeben worden. Auf eine Wiederholung kann hier verzichtet werden. In der Zwischenzeit hat F. SCHWERDTFEGER eine eingehende

Untersuchung der *Pinus*-Arten Guatemalas und ihrer Verbreitung durchgeführt. Ihre Ergebnisse werden mit seinem freundlichen Einverständnis bei der folgenden Aufzählung der *Pinus*-Arten, an denen die später genannten Insekten gefunden wurden, mitbenutzt.

Pinus rudis Endl. ist die Kiefer, an der die meisten Beobachtungen über die Insektensuccession angestellt wurden, weil sie an erster Stelle von *Dendroctonus adjunctus* heimgesucht wird. *P. rudis* ist im Hochgebirge weit verbreitet und bildet hier — besonders in den höchsten Lagen, wohin sie als einzige Art reicht — reine Bestände. Ihr Vorkommen geht von 2200 bis 4000 m, d. h. bis zur dortigen Baumgrenze; am günstigsten ist für sie (wiederum wie alle Zahlen nach F. SCHWERDTFEGER) der Höhenbereich von 2300 bis 3200 m.

Pinus ayacahuite Ehrenb. wird von den gefährlichen *Dendroctonus*-Arten nicht angegriffen. Für diese Kiefer sind nur sehr wenige Insektenfunde angegeben. Ihr Verbreitungsgebiet reicht von 2300 bis 3100 m.

Pinus pseudostrobus Lindl. kommt zwischen 1700 und 3100 m Höhe vor. Sie fällt mehreren *Dendroctonus*-Arten zum Opfer, aber nicht mit der ausgedehnten Regelmäßigkeit wie *P. rudis*. Das Hauptverbreitungsgebiet von *P. pseudostrobus* liegt zwischen 1900 und 2800 m.

Neben diesen drei ausschließlich oder überwiegend oberhalb der bei 2000 m liegenden Verbreitungsgrenze von *D. adjunctus* wachsenden Kiefernarten sind bei der folgenden Aufzählung von Insektenvorkommen unterhalb von 2000 m drei weitere *Pinus*-Arten die Wirtspflanzen:

Pinus montezumae Lamb. wächst von 1000 bis 2200, im allgemeinen bis 2100 m Höhe. Die Art verlangt hohe Wärme und verträgt Trockenheit.

Pinus tenuifolia Benth. wurde zwischen 900 und 2300 m, vorwiegend zwischen 1600 und 2100 m Höhe gefunden.

Pinus oocarpa Schiede mit einem Verbreitungsgebiet zwischen 900 und 2300 m kommt hauptsächlich zwischen 1000 und 2100 m Höhe vor. Auch diese Art ist wärmeliebend; sie zeichnet sich durch besondere Widerstandsfähigkeit gegen klimatische Einflüsse aus. Die 1951 als *P. patula* und *P. teocote* angesehenen Kiefern sind zu *P. oocarpa* zu rechnen.

Drei weitere nach F. SCHWERDTFEGER in Guatemala vorkommende *Pinus*-Arten brauchen nicht genannt zu werden, da sich auf sie keine eigenen Insektenbefunde beziehen.

III. Die aufgefundenen Insektenarten

1. *Embiodea*

(Det. Dr. A. B. GURNEY-Washington)

Oligembia spec. (Oligembiidae). Bei Los Trojados in ≈ 3 000 m Höhe in Rinde von *Pinus rudis* mit *Dendroctonus*-Befall.

2. *Saltatoria*

(Det. Dr. A. B. GURNEY-Washington)

Phoberopus spec. (Gryllacrididae). Wahrscheinlich neue Art. Bei Los Trojados in ≈ 3000 m Höhe unter Rinde von *Pinus rudis*-Stubben. Versteck; die Art ist kein Holzbewohner.

3. *Dermaptera*

(Det. Dr. A. B. GURNEY-Washington)

Diplatys spec. (Pygidicranidae). In der Sierra de las Minas unter Rinde von totem *Pinus*-Stamm.

4. *Isoptera*

(Det. Dr. T. E. SNYDER-Washington/Beltsville)

Calotermitidae

Cryptotermes brevis Walker. In trockenem, besonders in verarbeitetem Holz im Freien und in Gebäuden bis ≈ 2300 m Höhe häufig. Wichtigste Calotermitide in Guatemala. Nähere Angaben siehe G. BECKER 1953.

Weitere Calotermitiden, die nach ihren Fundorten als Nadelholzzerstörer in Guatemala in Betracht kommen, aber eine bedeutend geringere Verbreitung und wirtschaftliche Bedeutung haben, sind:

Calotermes immigrans Snyder,
Calotermes marginipennis Latreille,
Neotermes castaneus Burm.,
Cryptotermes cavifrons Banks,
Calcaritermes guatemalae Snyder.

Rhinotermitidae

Heterotermes convexinotatus Snyder,
Heterotermes tenuis Hagen,
Coptotermes crassus Snyder,
Coptotermes niger Snyder.

Diese Arten kommen in wärmeren Gebieten in totem Nadelholz, besonders in Stubben, die sich noch in der Erde befinden, und in verbautem Holz, das hinreichend feucht ist und mit dem Erdboden in Verbindung steht, in großer Zahl vor. Besonders auffallend war das Auftreten von *Heterotermes tenuis* und *Coptotermes crassus* in den *Pinus*-Wäldern der Sierra de Chuacús und der Sierra de las Minas. Einzelheiten sind wiederum bei G. BECKER 1953 angegeben.

Termitidae

Nasutitermes corniger Motsch. Diese kartonnestbauende Art findet sich bis in den unteren Bereich des Koniferenvorkommens hinauf und lebt in totem Holz. (Vgl. G. BECKER 1953.)

Die übrigen Arten der *Termitidae*, deren Verbreitung nicht in die höheren Lagen der Gebirge hinaufreicht, sollen hier nicht genannt werden.

5. *Heteroptera*

(Det. Dr. R. I. SAILER-Washington)

Anthocoridae

Lyctocoris stålii Reuter. Die rötliche Raubwanze war unter der Rinde von *Pinus*-Stämmen, die durch *Dendroctonus*-Befall abgetötet waren, im Bereich des Rückengebirges von Guatemala zwischen 2000 und 2600 m häufig. Die Art kommt bereits in Holz vor, das noch *Dendroctonus*-Brut enthält, tritt aber am häufigsten in Stämmen auf, die schon trocken geworden sind und deren Rinde locker ist. Von März bis Mai Larven und Imagines. — Neu für Guatemala. Sonstiges Vorkommen in Nordamerika.

Aradidae

Aradus lugubris Fallen. Bei Chocoyos und Quezaltenango (2000 ... 2500 m Höhe) unter Rinde toter *Pinus rudis;* im April und Mai Imagines.

Mezira spec. Bei Quezaltenango (2450 m) unter Rinde eines toten *Pinus rudis*-Stammes im April Larven.

6. *Coleoptera*

Carabidae

Die gelegentlich unter lockerer Rinde von *Pinus* gefundenen Carabiden-Arten konnten noch nicht bestimmt werden.

Staphylinidae

(Det. Prof. Dr. O. SCHEERPELTZ-Wien; vgl. O. SCHEERPELTZ 1953)

Lispinus dejectus Sharp. Die winzige Art wurde bei Estancia la Virgen in ≈ 1900 m Höhe im Mai unter der Rinde gefällter *Pinus*-Stämme gefunden.

Lispinus planus Sharp. Unter der Rinde liegenden Holzes mit *Ips interstitialis* Eichh. auf der Cumbre San Lorenzo in der Sierra de las Minas Ende März.

Phloeonomus laeticulus Sharp. Diese kleine Art wurde wiederholt im Hochgebirge zwischen 2400 und 3200 m unter der Rinde von *Pinus rudis* mit *Dendroctonus adjunctus*-Befall aufgesammelt.

Oligolinus sinuatus Sharp. Bei Quezaltenango (2500 m) im April unter Rinde von *Pinus rudis* mit *D. adjunctus*-Befall.

Oligolinus varians Sharp. Bei Desconsuelo (2000 m) im März unter Rinde von *Pinus rudis* mit *D. adjunctus.*

Oligolinus beckeri Scheerp. (sp. n.). Im Hochgebirge (San Marcos und Chocoyos, ≈ 2500 und 2000 m im April und Mai. Die glänzend-schwarzbraune 8 ... 9 mm lange Art lebte wie die vorhergehende und die folgende unter Rinde von *Pinus rudis* mit *D. adjunctus*-Befall.

Oligolinus gracilentus Scheerp. (sp. n.). Im Hochgebirge (bei Calél und Chocoyos, ≈ 3000 und 2300 m) im April und Mai. Diese Art ist nur 5,5 ... 7 mm lang und zierlicher als die vorhergehende.

Die Larven der *Oligolinus*-Arten wurden in recht großer Zahl in den *Dendroctonus*-Gängen und unter der gelockerten Rinde gefunden. Sie sind gelblich gefärbt und haben eine braun pigmentierte Kopfkapsel mit sehr kräftigen, dunklen, säbelförmigen Mandibeln. Sie sind sehr bissig, greifen andere Insektenlarven und ihre eigenen Artgenossen an.

Nudobius celatus Sharp. Im Hochgebirge zwischen Quezaltenango und Chocoyos im April und Mai häufig unter *Pinus*-Rinde.

Ehomalolinus divisus Er. *var. guatemalenus* Sharp. Bei Maria Tecúm (3000 m) im März in Stubben von *Pinus rudis* mit Befall von *Cossonus sargi* Champ. *(Cosson.)* und *Astyochus tenebrosus* Bates *(Cerambyc.).*

Placusa minuta Sharp. Bei Quezaltenango (2500 m) im Mai unter Rinde von *P. rudis* mit *D. adjunctus.*

Homalota sordida Sharp. Bei Quezaltenango (2500 m) im April; wie vorhergehende Art.

Silusa opacella Sharp. In hohen Lagen des vulkanischen Rückengebirges bei Los Trojados und Maria Tecúm in 3000 ... 3200 m im April unter Rinde von *P. rudis* mit *D. adjunctus.*

Phloeopora falagrioides Scheerp. (sp. n.). Bei Chocoyos (2300 m) im Mai unter *Pinus*-Rinde.

Histeridae (Det. C. F. M. von HAYEK-London).

Platysoma columellare Lew. In der Sierra de Chuacús im März unter der Rinde gefällter *Pinus*-Stämme zusammen mit *Ips cribricollis* Eichh. und *Ips interstitialis* Eichh. Die Art ist von G. LEWIS nach Tieren beschrieben worden, die CHAMPION in mittleren Höhenlagen gesammelt hat.

Platysoma punctigerum Lew. In der Sierra de las Minas im März unter der Rinde gefällter *Pinus*-Stämme zusammen mit *Ips interstitialis* Eichh. Käfer ≈ 3 mm lang. — Neu für Guatemala. Bisher aus Californien bekannt.

Alle Entwicklungsstadien dieser Art und ihre Lebensweise sind ausführlich von G. R. STRUBLE (1930) beschrieben worden. "*Platysoma punctigerum* occurs in moderately large numbers under the bark of trees recently killed by *Dendroctonus brevicomis* or other Scolytid beetles and is considered an important predator." Die Käfer fressen *Dendroctonus*-Imagines; der Einfluß auf *Dendroctonus*-Larven soll geringer sein. Vorkommen in den North Warner Mountains in 1600 . . . 2000 m Höhe. — Die Art wurde auch von D. DE LEON (1934) als Räuber von *Dendroctonus*-Arten beschrieben.

Platysoma spec. Bei Estancia la Virgen (2200 m) im Mai unter Rinde mit *Ips interstitialis*-Fraß Käfer und rötliche Puppen.

Carcinops spec. (Art in Nähe von *C. viridicollis* Mars. Vermutlich neue Art.) Bei Quezaltenango in ≈ 4500 m Höhe regelmäßig unter der Rinde abgestorbener *Pinus rudis*-Stämme während und nach der *Dendroctonus*-Besiedelung. Käfer 2 . . . 3 mm lang.

Melasidae (Det. Dr. R. H. ARNETT-Washington)

Fornax valeris Fisher. In der Sierra de las Minas in stark von Pilzen zerstörtem *Pinus*-Holz. — R. E. BLACKWELDER (1944) nennt 7 Arten für Guatemala. *F. valeris* war bisher weder für Mittel- noch für Südamerika angegeben.

Fornax spec. (wahrscheinlich unbeschriebene Art). Bei Chichicastenango unter toter *Pinus*-Rinde.

Elateridae (Det. C. F. M. von HAYEK-London)

Diphytaxis excavata Horn. In der Sierra de las Minas in größerer Anzahl in stark von Pilzen zerstörtem *Pinus*-Holz.

Rhipiceridae (Det. R. H. ARNETT-Washington)

Callirrhipis spec. In der Sierra de las Minas in pilzzerstörtem Holz eines liegenden *Pinus*-Stammes.

Buprestidae (Det. Prof. Dr. J. OBENBERGER-Prag/Tschechoslowakei)

Chalcophora brasiliensis Obenb. Von. F. SCHWERDTFEGER (1953) in Guatemala-Ciudad (1500 m) am Fußende eines von Termiten zerfressenen Lichtmastes aus *Pinus spec.* gefunden. — Neu für Guatemala.

Chalcophora virginiensis Drury. Aus totem *Pinus*-Holz in der Sierra de Chuacús. Imago im März.

Chrysobothris beckeri Obenb. (sp. n.). Aus *Pinus rudis*-Rinde bei Quezaltenango (2500 m). Beschreibung der wahrscheinlich zu dieser Art gehörigen, bis 3200 m gefundenen Larven und ihres Fraßbildes bei F. SCHWERDTFEGER 1953.

Agrilus schwerdtfegeri Obenb. Bei Guatemala-Ciudad in ≈ 1500 m Höhe in trockenem Zweig von *Pinus tenuifolia* Benth. (Vgl. F. SCHWERDTFEGER 1953.)

Lycidae (Det. C. F. M. von HAYEK-London)

Lygistopterus caeruleus Gorham. Diese nur aus Guatemala bekannte Lycide wurde an mehreren Stellen des Rückengebirges von Guatemala zwischen 2200 und 2800 m gefunden. Die auffallend schwarz-gelb gefärbten Larven befanden sich unter feuchter Stammrinde der von *Dendroctonus* abgetöteten Kiefern. Die blauen Imagines, die anscheinend ab Ende März schlüpfen, saßen im April außen an den Stämmen. Länge der erwachsenen Larven ≈ 25 mm, Länge der Käfer 12 ... 18 mm. Es ist die einzige aus Guatemala bekannte Art dieser Gattung.

Die Larven von *L. c.* sind bei einer Länge von 20 ... 25 mm ung. 2 ... 2,5 mm breit. Ihr Kopf ist bis auf die Basalteile der Mundwerkzeuge schwarz pigmentiert. Das 1. Thorakalsegment ist auf der Dorsalseite vorn weiß mit einem bräunlichen Schein gefärbt und trägt zwei dunkle Punkte, der hintere Teil ist schwarz mit bräunlichen Ecken; ventral ist es hell gefärbt und mit kennzeichnenden dunklen Flecken versehen. Das 2. und 3. Thorakalsegment sind dorsal weitgehend schwarz pigmentiert. Die gelben Abdominalsegmente tragen einen großen, rechteckigen, schwarzen Fleck. Ventral sind mehrere kleinere, lateral je 2 Flecken vorhanden. Das letzte Segment ist braun bis rötlich-braun, der Hinterrand und die Anhänge sind schwarz. — Die Larven verhalten sich verhältnismäßig träge. In Glasröhren gehalten, fraßen sie weder Rinde noch Insektenlarven; sie blieben in hungerndem Zustand wochenlang am Leben und schrumpften allmählich ein.

Malachiidae (Det. A. EVERS-Krefeld)

Collops histrionicus Champ. Von den lebhaft gefärbten Imagines wurden 2 Weibchen bei Quezaltenango (2500 m) im Mai am Fuße von *Pinus rudis*-Stämmen gefunden.

Cleridae (Det. J. B. CORPORAAL-Amsterdam †)

Enoclerus sphegeus F. Dieser häufige und wichtige Feind von *Dendroctonus* wurde im gesamten Fundgebiet von *D. adjunctus* beobachtet. Larven während der gesamten Beobachtungszeit; 10 ... 15 mm lang. Imagines in 2500 m Höhe von Mitte April an umherfliegend; 9 ... 12 mm lang. (Näheres vgl. G. BECKER 1954.) — Neu für Guatemala.

Temnochilidae (Det. C. F. M. von HAYEK-London)

Temnochila planicollis Sharp. An verschiedenen Stellen des Rückengebirges von Guatemala zwischen 2000 und 2500 m Höhe als Feind von *Dendroctonus*.

Temnochila spec. Noch nicht bestimmte Art (oder Arten) aus der Sierra de Chuacús und der Sierra de las Minas als Feinde von *Ips*-Arten.

Tenebroides rubra Rttr. Sierra de Chuacús unter Rinde gefällter Kiefern zusammen mit *Ips interstitialis* und *Ips cribricollis*.

Tenebroides spec. Eine oder mehrere noch nicht bestimmte Arten aus dem Gebiet von 2000 ... 3000 m Höhe im Rückengebirge von Guatemala als Feinde von *Dendroctonus*.

Einige weitere Bemerkungen über Temnochiliden und ihre Larven sowie frühere Fundangaben für Guatemala enthält ein Abschnitt über die Feinde von *Dendroctonus* in G. BECKER 1954.

Anobiidae (Det. C. F. M. von HAYEK-London)

Calymmaderus pupatus Gorham.
Calymmaderus throscoides Gorham.

Beide Arten wurden nebeneinander in Chimaltenango (2250 m) in trockenem Bauholz einer *Pinus*-Art im Gebäudeinnern gefunden. (Vgl. G. BECKER 1953.)

Nitidulidae (Det. Dr. O. SJÖBERG-Falun, Schweden)

Epuraea beckeri Sjöst. (sp. n.). Bei Quezaltenango in ≈ 2500 m Höhe unter der Rinde von abgestorbenen *Pinus rudis*. Käfer 2 . . . 3 mm lang.

Carpophilus ligneus Murr. Bei Tecpán in ≈ 2400 m Höhe unter der Rinde von abgestorbenen *Pinus rudis*. (Von CHAMPION früher in niedrigeren Lagen gefunden.)

D. SHARP hat aus dem Hochgebirge (Totonicapán, Quiché Mountains) 4 *Epurea*-Arten, von denen 3 unter Kiefernrinde gefunden waren, und 2 andere *Carpophilus*-Arten beschrieben.

Cujucidae (Det. R. D. POPE-London)

Aneurops championi Sharp. Die 3 . . . 5 mm langen Käfer, die der Gattung *Rhizophagus* äußerst ähnlich sind, wurden unter feuchter Rinde von *Pinus rudis*-Stämmen, die von *Dendroctonus adjunctus* befallen waren, bei Los Trojados in 3000 . . . 3300 m Höhe im März gefunden. Rindenfarbene, regelmäßig elliptisch geformte Kotpartikel, die offenbar zu dieser Art gehörten, hingen in Schnüren zu 3 bis 5 (ähnlich wie bei Rüsselkäfern) aneinander.

Orthoperidae (Det. C. F. M. von HAYEK-London)

Sacium spec. Bei Quezaltenango in ≈ 2500 m Höhe unter Rinde von abgestorbenen *Pinus rudis*. Anscheinend nicht häufig. Käfer 1 . . . 2 mm lang.

Eine zweite Orthoperidenart konnte bisher nicht bestimmt werden.

Colydiidae (Det. R. D. POPE-London)

Lasconotus (= Illestus) terrenus Pascoe. (SHARP nennt für Guatemala *Lasconotus (= Illestus) terrenus var. tristis*, während die Nominatform bisher nur für Mexico angegeben ist. Nach R. D. POPE fällt die Variation ohne weiteres in den Streuungsbereich der Art.) Diese ist eines der häufigsten Insekten unter der Rinde abgestorbener Kiefern in Höhen von 2000 bis 3000 m. CHAMPIONS Funde reichten nach SHARP bis 3500 m Höhe (Totonicapán, Quiché Mountains. — Larven und Imagines wurden von März bis Mai in großer Zahl, besonders bei feuchtem Zustand des Kambiums gefunden. Käfer 2 . . . 3 mm lang, Larven erwachsen bis ≈ 12 mm lang, drehrund, gelblich. Die Larven fressen anscheinend Bast und Rinde. — D. DE LEON (1943), der andere *Lasconotus*-Arten unter Rinde von *Pinus* mit *Dendroctonus brevicomis*-Befall beobachtet hat, sagt: "Probably (occasionally) predacious, but not on the larvae of *Dendroctonus*".

Asynchita granulata Say. In der Sierra de Chuacús im April unter Rinde gefällter *Pinus*-Stämme zusammen mit *Ips cribricollis* Eichh. und *Ips interstitialis* Eichh. und in kiefernem Bauholz mit *Cryptotermes brevis* Walker. Käfer 3 . . . 4 mm lang.

Aulonium bidentatum Fab. In der Sierra de las Minas im April unter Rinde gefällter *Pinus*-Stämme zusammen mit *Ips interstitialis* Eichh. Käfer 5...6 mm lang. (Auch von CHAMPION nicht im Hochgebirge gefunden.)

Pycnomerus germanus Sharp. In der Sierra de las Minas im April unter Rinde gefällter *Pinus*-Stämme zusammen mit *Ips interstitialis*. Käfer ≈ 5 mm lang. Aus Guatemala sind 3 weitere Arten der Gattung bekannt.

Sosylus spec. (?) Bei Quezaltenango in ≈ 2500 m Höhe im März unter Rinde von *Pinus rudis*, die von *Dendroctonus* abgetötet war. Länge der Käfer ≈ 6 mm.

Tenebrionidae (Det. H. KULZER-München)

Ditaphronotus laevicollis Champ. In der Sierra de las Minas unter lockerer Rinde.

Corticeus (= Hypophloeus) parallelus Melsh. Bei Chocoyos in ≈ 2000 m Höhe zahlreich, an anderen Stellen des Rückengebirges von Guatemala vereinzelt unter Rinde von *Pinus pseudostrobus* Lindl. und *Pinus rudis*, die von *Dendroctonus* abgetötet waren. Imagines von März bis Mai. Käfer ≈ 4 mm lang. — Neu für Guatemala. Bisher von Canada bis Arizona bekannt.

Corticeus (= Hypophloeus) nova spec. Diese Art ist einer der häufigsten und am regelmäßigsten vorkommenden Käfer unter Rinde der von *Dendroctonus* abgetöteten Kiefern, besonders in Höhenlagen von 2500 bis 3300 m. Imagines während der ganzen Beobachtungszeit, und zwar nicht nur unter frischer, sondern auch noch unter trockener Rinde lange nach Abschluß der *Dendroctonus*-Entwicklung. Käfer ≈ 4 mm lang.

Die *Corticeus*-Arten können nicht als *Dendroctonus*-Feinde angesehen werden. Nach Beobachtungen von G. R. STRUBLE (1930) fressen die Larven und Käfer von *C. substriatus* Lec. Pilze unter der Rinde; er konnte die Larven mit Bläuepilzen auf sterilem Phloem aufziehen. Auch W. DERKSEN (1941) fand *Hypophloeus unicolor* in Buche Pilmyzel fressend.

Tarpela spec. Zwischen Quezaltenango and San Marcos in ≈ 2700 m Höhe in *Pinus rudis*-Rinde in Puppenwiegen von *Dendroctonus*. Imagines Ende April.

Tarpela spec. Bei Quezaltenango (≈ 2500 m) im April unter Rinde von toten *Pinus rudis*.

Pyanisia longicollis Champ. zahlreich unter lockerer Rinde von alten Stubben und Stämmen von *Pinus* in 2000 bis 3000 m Höhe. Imagines im April, ≈ 10 mm lang.

Pyanisia tristis Lap. In der Sierra de Chuacús im März unter lockerer *Pinus*-Rinde. Käfer 12...15 mm lang.

Gen. nov. spec. nova. Käfer, die wahrscheinlich einer neuen Gattung zugehören, wurden Mitte April bei Quezaltenango unter Rinde von *Pinus rudis* mit vorangehendem *Dendroctonus*-Befall gefunden. Käfer ≈ 3 mm lang.

Eine weitere bei Quezaltenango gefundene Tenebrioniden-Art (Käfer 5...6 mm lang) konnte wegen Beschädigung der mitgebrachten Stücke nicht bestimmt werden.

Cerambycidae (Det. Dr. E. FRANZ-Frankfurt/Main)

Nähere Angaben über Vorkommen und Fraßbild der hier genannten Cerambyciden sind enthalten bei G. BECKER 1953 und F. SCHWERDTFEGER (im Druck).

Callipogon barbatum F. Bis 10 cm lange Larven bei Tecpán in ≈ 2400 m Höhe im April in morschen Stubben von *Pinus rudis*. — Neu für Guatemala.

Tetropium guatemalenum Bates.

Tetropium opacum Franz (sp. n.).

Tetropium beckeri Franz (sp. n.).

Die drei Arten wurden nebeneinander an verschiedenen Stellen des Rückengebirges von Guatemala in ≈ 2300 ... ≈ 2700 m Höhe in totem Nadelholz gefunden. Die Larven fressen im Kambium und der inneren Rinde; zur Verpuppung gehen sie in das Holz. Vorpuppen und Puppen ab Ende März; Imagines ab Ende April.

Astyochus tenebrosus Bates. In totem *Pinus rudis*-Holz in 2400 ... 3300 m Höhe. Imagines bereits ab Ende März.

Acanthocinus obliquus LeC. *var. chihuahuae* Casey. Unter der Rinde von *Pinus spec.* in der Sierra de las Minas. Puppen und Imagines Ende März. — Neu für Guatemala.

Phrynidius spec. (P. singularis Bates oder *P. echinus* Bates.) Larve bei Aguas Calientes im Mai in einem Zypressen-Stubben mit Pilzbefall.

Scolytidae (Det. Prof. Dr. K. E. SCHEDL-Lienz/Österreich)

Xyleborus scopulorum Hopk. Die Art wurde Anfang März in der Sierra de las Minas und von Anfang bis Ende Mai bei Tecpán in ≈ 2300 m Höhe, zwischen Patzún und Chocoyos in ≈ 2000 m Höhe und bei Estancia la Virgen in 1900 m Höhe in verschiedenen *Pinus*-Arten beim Einbohren in totes, noch saftfrisches Holz gefangen. Die Fraßgänge sind dunkel verfärbt. Länge der Käfer 2,7 ... 3,3 mm. — Anscheinend kommt die Art nicht weit über ≈ 2300 m hinaus vor; denn bei Quezaltenango in 2450 ... 2500 m Höhe wurde sie nicht gefunden. — W. F. H. BLANDFORD gibt für keine der 23 von ihm für Guatemala genannten *Xyleborus*-Arten eine Verbreitung in höheren Lagen oder in Nadelholz an. — Neu für Guatemala.

Pityophthorus confusus Bldf. In der Sierra de las Minas Ende März in *Pinus oocarpa* Schiede.

Pityophthorus nigricans Bldf. Zwischen San Marcos und San Lorenzo im April in einem abgestorbenen Ast von *Pinus ayacahuite* Ehrenb.

Gnathotrichus sulcatus LeC. Diese Art ist im ganzen Bereich des Rückengebirges von Guatemala zwischen ≈ 2200 und ≈ 3300 m Höhe verbreitet und dort die häufigste holzbrütende Scolytidenart. Sie wurde in fast allen von *Dendroctonus* abgetöteten *Pinus*-Stämmen gefunden, die sie befällt, sobald die Nadeln schlaff werden. Die Käfer, die von Anfang März bis Ende Mai beobachtet wurden, bohren sich durch die Rinde in das Holz ein. Das Fraßbild ist ein dunkel gefärbter Leitergang. (Weiteres s. G. BECKER 1953.) Länge der Käfer 3 ... 4 mm. — Neu für Guatemala.

Ips bonanseai Hopk. Bei Quezaltenango in Rinde und Kambium von *Pinus rudis* Endl. verbreitet. Mitte April einzelne Puppen und zahlreiche

helle bis dunkle Imagines. Länge der Käfer 3,3 ... 4,0 mm. Die Art lebt in den oberen Stammbereichen dicker Stämme und in schwächeren Bäumen mit dünnerer Rinde und den Ästen der von *Dendroctonus adjunctus* abgetöteten Kiefern; ihr Befall beginnt etwas unterhalb der oberen Grenze der *Dendroctonus*-Fraßgänge. Die Käfer wurden noch in Stämmen gefunden, in denen sich *Dendroctonus* nicht mehr befand. — Neu für Guatemala.

Ips concinnus Mann. Bei Quezaltenango in 2500 m Höhe in Stubben von *Pinus rudis* Ende April Imagines. In der Sierra de las Cuchumatanes in ≈ 3000 m Höhe Mitte Mai in abgestorbenen Stämmen von *Pinus rudis* mit *Dendroctonus*-Befall. Zwischen San Marcos und San Lorenzo in ≈ 2500 m Höhe unter Rinde eines abgestorbenen Astes von *Pinus ayacahuite* Ehrenbg. — Länge der Käfer 4 ... 6 mm. — W. F. H. Blandford hat *Ips concinnus* Mann. für Totonicapán und das „Quiché-Gebirge", und zwar diese Art ausdrücklich als Nadelholzfresser angegeben. — Die auch in Nordamerika vorkommende Art bevorzugt dort nach W. J. Chamberlain (1918) Bäume mit dünner Rinde.

Ips cribricollis Eichh. In der Sierra de Chuacús in Rinde und Kambium von gefällten oder gestürzten *Pinus spec.* verbreitet. Ende März Larven, Puppen, helle und ausgefärbte Imagines. Länge der Käfer 2 ... 4 mm. — Von W. F. H. Blandford für die Vera Paz angegeben.

Ips interstitialis Eichh. In der Sierra de Chuacús, in der Sierra de las Minas und bei Estancia la Virgen (zwischen Quezaltenango und Huehuetenango in ≈ 1900 m Höhe) in Rinde und Kambium von gefällten oder gestürzten *Pinus spec.* sehr zahlreich und verbreitet. Ende März (beide erste Fundgebiete) und Mitte Mai (dritter Fundort) Larven, Puppen, helle und dunkle (bis schwärzliche) Imagines. Länge der Käfer 4 ... 6 mm. — Von W. F. H. Blandford für die Vera Paz angegeben.

Ips oregonis Eichh. Bei Quezaltenango (2500 m) in stehenden Stämmen von *Pinus rudis* mit *Dendroctonus adjunctus*-Befall. Käfer im März, Länge ≈ 3 mm. — Neu für Guatemala.

Hylocurus beckeri Heqvist. (sp. n.). In Bauholz von *Pinus spec.* in Chimaltenango (2250 m) gefunden. Käfer ≈ 2 mm lang (Det. K. J. Heqvist-Stockholm).

Dendroctonus adjunctus Bldf. Bei weitem häufigste und schädlichste Art.

Dendroctonus mexicanus Hopk. Selten, am Rande des Befallgebietes von *D. adjunctus.*

Dendroctonus parallelocollis Chap. Nach neuester Äußerung von K. Schedl ist *D. parallelocollis* Chap., der vom Verf. 1951 benutzte Name, richtig; *D. approximatus* Dietz, nach Bestimmung von K. Schedl vom Verf. 1954 benutzt, ist als Synonym aufzufassen. — Selten.

Dendroctonus valens LeC. Verbreitete, in tieferen Lagen als *D. adjunctus* vorkommende, große Art mit „Familienfraß" der Larven.

Dendroctonus beckeri Thatcher. Nach Auffassung von K. Schedl (schriftl. Mitt.) ist diese Neubeschreibung einzuziehen; er rechnet die ihr von T. O. Thatcher zugrundegelegten Tiere zu *Dendroctonus valens* LeC.

Angaben über Vorkommen und Verbreitung sowie Lebenserscheinungen der *Dendroctonus*-Arten in Guatemala sind in früheren Veröffentlichungen (G. Becker 1951, 1954) zusammengestellt.

Hylurgops spec. In der Sierra de las Cuchumatanes in ≈ 3000 m Höhe im Kambium schwacher, von *Dendroctonus* abgetöteter *Pinus rudis*-Stämme. Länge der Käfer ≈ 5 mm.

Platypodidae (Det. Prof. Dr. K. E. SCHEDL-Lienz/Österreich)

Platypus quadridens Schedl. Bei Quezaltenango (≈ 2500 ... 2600 m), Tecpán (2300 m) und anderen Stellen im Mai in toten, aber noch saftfrischen *Pinus rudis*-Stämmen. Die Käfer fliegen die harzenden Schnittflächen von Stubben und gefällten Stämmen oder abgestorbene Bäume an. Länge der Käfer 5 ... 6 mm. — Neu für Guatemala.

Curculionidae (Det. E. Voss-Harderberg/Deutschland)

Nähere Angaben über Curculioniden, die hier nicht wiederholt werden sollen, siehe G. BECKER 1953 und F. SCHWERDTFEGER 1954.

Pissodes guatemaltecus Voss (sp. n.). Bei Chiquivál (2500 m) in einem liegenden Stammstück von *Pinus tecumumami* Schwerdtf. (Fund SCHW.)

Cossonus sargi Champ. An zahlreichen Stellen der Hochgebirge von ≈ 2200, besonders von 2700 bis 3300 m im Holz toter Stämme und Stubben von Koniferen, vor allem von *Pinus rudis*. Larven und Imagines nach F. SCHWERDTFEGER während des ganzen Jahres.

Cossonus xylophilus Boh. Sehr häufige Cossoninen-Art in mehreren Gebirgen zwischen 1500 und 2900 m Höhe. Lebt im toten Holz verschiedener *Pinus*-Arten. Käfer und Larven nach F. SCHWERDTFEGER während des ganzen Jahres.

Tomolips bicalcarata Woll. Häufig und verbreitet im Hochgebirge zwischen ≈ 2300 und ≈ 3000 m Höhe im Kambium und in den äußersten Holzschichten stehender, von *Dendroctonus adjunctus* abgetöteter Stämme und in Stubben. — Neu für Guatemala.

Tomolips pinicola Voss (sp. n.). In der Sierra de Chuacús, in der Sierra de las Minas und in den Montañas de las Nubes zwischen ≈ 1600 und ≈ 2000 m Höhe, besonders unter der Rinde frisch abgestorbener Kiefern.

Calyciforus inaequalis Champ. Sehr häufig in mehreren Gebirgen zwischen 2040 und 3200 m Höhe im Kambium und den äußeren Holzschichten stehender, vor kurzem von *D. adjunctus* oder durch Brand abgetöteter Stämme verschiedener *Pinus*-Arten.

7. *Hymenoptera* [1])

Siricidae (Det. Dr. B. D. BURKS-Washington)

Sirex spec. (vermutlich neue Art). Bei Aguas Calientes in ≈ 2000 m Höhe im April an *Pinus spec.*

Ichneumonidae (Det. Dr. L. M. WALKLEY-Washington)

Xorides spec. (wahrscheinlich neue Art). Bei Quezaltenango im Mai in abgestorbenem *Pinus rudis*-Stamm als Parasit der Larven von *Tetropium spec. (Cerambyc.).*

[1]) Ameisen wurden nicht gesammelt.

Pteromalidae

(Det. Dr. B. D. Burks-Washington und Prof. Dr. H. Sachtleben-Berlin)

Pachyceras xylophagorum Ratz. (= *P. eccoptogastri* Ratz. nach Prof. Dr. H. Sachtleben-Berlin). In der Sierra de Chuacús und der Sierra de las Minas als Parasiten von *Ips interstitialis* Eichh. und *Ips cribricollis* Eichh. unter der Rinde von *Pinus*. Imagines im März.

Cecidostiba spec.? Bei Quezaltenango in ≈ 2500 m Höhe als Parasit von *Dendroctonus adjunctus* Bldf. in *Pinus rudis* mit dünner Rinde; stellenweise zahlreiche Fluglöcher in der Rinde. Imagines im Mai.

Amblymerus spec. In der Sierra de las Cuchumatanes in ≈ 3000 m Höhe als Parasit von *Dendroctonus adjunctus* Bldf. in *Pinus rudis*. Imagines im Mai.

8. *Diptera*

(Det. Prof. Dr. W. Hennig-Berlin)

Cecidomyidae

Weiße und rötliche Larven von mindestens 2 Arten der Unterfamilie *Porricondylinae* waren regelmäßig in großer Zahl im Kambium der von *Dendroctonus* befallenen oder aus anderen Gründen abgestorbenen Kiefern zu finden, solange das Kambium feucht war.

Dolichopodidae

Medetera aldrichii Wheeler. Im Rückengebirge von Guatemala von mindestens 2300 bis 3000 m Höhe häufig als Räuber von *Dendroctonus adjunctus* im Kambium und der Rinde von *Pinus rudis*. Weitere Angaben enthält der Abschnitt über Feinde und Parasiten von *Dendroctonus* bei G. Becker 1954. — Neu für Guatemala.

Eine zweite Dolichopodiden-Art aus der Nähe von Quezaltenango konnte wegen des Fehlens von Männchen nicht bestimmt werden.

Clusiidae

Sobarocephala nova spec. Diese neue Art wurde zahlreich aus Rinde von *Pinus rudis*, die *Dendroctonus* enthielt, aus 2500 ... 3000 m Höhe gezogen.

Tylidae

Rainieria nova spec. Die neue Art wurde am 9. April frischgeschlüpft an Stubben von *Pinus rudis* bei Los Trojados in ≈ 3000 m Höhe gefunden.

Milichiidae

Milichiella oder *Eccoptomma nova spec.* Bei Quezaltenango (≈ 2500 m Höhe) in *Dendroctonus*-Gängen an *Pinus rudis*.

Larvaevoridae

An den im lebenden Kambium von verschiedenen *Pinus*-Arten fressenden Aegeriiden-Raupen kommt als deren häufiger Parasit eine *Tachiniden*-Art vor.

9. *Lepidoptera*

(Det. Dr. H. W. Capps-Washington)

Beobachtungen über die Lepidopteren im Kambium lebender Kiefern in Guatemala sind in einer früheren Veröffentlichung (G. Becker 1952)

zusammengestellt. Es kommen mindestens 3 verschiedene Arten vor, von denen die verbreitetste und wichtigste zu den *Aegeriidae* gehört.

10. Andere *Arthropoda*

Die Fauna der Rinde und des Holzes der Kiefern enthält nicht nur Insekten, sondern auch eine Reihe anderer Arthropoden.

Myriapoda

Unter lockerer Rinde in fortgeschrittenen Verfallsstadien der Stämme kommen mehrere Myriapodenarten regelmäßig vor. Das zur Bestimmung an Dr. O. SCHUBARTH-Brasilien geschickte Material ist leider verloren gegangen.

Pseudoscorpionidea (Det. Prof. Dr. M. BEIER-Wien)

Lustrochernes crassimanus Beier. Sierra de las Minas, etwas über 1500 m unter Rinde toter Kiefern in Cerambyciden-Fraßgängen. — Neu für Guatemala.

Mesochernes gracilis Beier. Bei Calél (2500 m) unter der Rinde toter Kiefern.

Rhopalochernes beckeri Beier (sp. n.). Bei Quezaltenango (2500 m) unter lockerer Rinde an abgestorbenen Stämmen von *Pinus rudis* nach *Dendroctonus*-Befall.

Parachelifer tricuspidatus Beier (sp. n.). Im Hochgebirge bei Los Trojados (≈ 3000 m) und Quezaltenango (2500 m) unter lockerer Rinde abgestorbener Stämme von *Pinus rudis* mit *Dendroctonus*-Befall.

Parachelifer pugifer Beier (sp. n.). Bei Quezaltenango (2500 m) wie vorhergehende Art.

Parachelifer viduus Beier (sp. n.). Sierra de Chuacús in Gängen von Ips unter lockerer Rinde von *Pinus*.

Spinnen, die in späten Successionsstadien auftreten, wurden nicht gesammelt.

IV. Beobachtungen über Artenfolge und -dichte

1. Beginn und Stufenfolge der Successionen

Die Entwicklung holzbewohnender Insekten kann mit dem Sturz oder der Fällung eines Baumes beginnen. Abtötung junger und alter Kiefern durch Feuer ist bei den vielen durch Indianer verursachten Waldbränden in Guatemala eine häufige Erscheinung. Falsche Harz- oder Gerbrindennutzung können Vertrocknen, Hiebe zur Kienbildung den Bruch des Stammes zur Folge haben. Gelegentlich vertrocknen Bäume an ungünstigen Standorten, bei Wegebauten usw. Eine Beeinträchtigung, durch die Primärschädlinge angelockt werden können, bedeutet auch das häufige starke Entasten bis in die Baumspitze hinein. Zu diesen Möglichkeiten für das Lebensende eines Baumes kommt die in weiten Teilen Guatemalas so häufige und wirtschaftlich wichtige Schwächung oder Abtötung von Kiefern durch Insektenbefall, während die Laubbäume des tropischen Regenwaldes — worauf H. EIDMANN (1943) nachdrücklich hingewiesen hat — gegen Primärschädlinge — nach seiner Annahme auf Grund eines Auslesevorganges — widerstandsfähig sind.

Ausgehend von seinen Beobachtungen an westafrikanischen Laubholzinsekten, hat H. EIDMANN (1943) die dortigen Successionen folgendermaßen unterschieden:

Succession	Holz	Insektengruppen (Leitformen)	Fraßtätigkeit
I	Struktur und Chemismus unverändert; Rinde fest	*Scolytiden* *Platypodiden* *Lymexyliden*	tief in den Holzkörper eindringende Gänge, Bohrmehl wird ausgeworfen
II	beginnende Zersetzung und Auflockerung der Struktur bes. an der Oberfläche des Holzkörpers; beginnende Lockerung der Rinde	*Cerambyciden* *Curculioniden* *Buprestiden* *(Termiten)*	vorwiegend flach streichende Fraßgänge, meist zwischen Rinde u. Splint; Eindringen in das Holz meist nur zur Verpuppung
III	weitgehende Zersetzung (Vermoderung); Rinde abgelöst	*Passaliden* *Lucaniden* *Scarabaeiden* *Tenebrioniden*	unregelmäßige Gänge im Holzkörper
IV	erdiger Zerfall; Rinde zerfallen	*Blattiden* *Dermapteren* *Ameisen* *Anneliden* *Nematoden* *Milben* usw.	vorwiegend grabende und wühlende Arten; keine eigentlichen Fraßgänge

Dieses Schema läßt sich in großen Zügen verallgemeinern und auch auf die Verhältnisse an den Kiefern in Guatemala übertragen. Wegen gewisser besonderer Verhältnisse erscheint aber in diesem Falle eine etwas andere Aufteilung und Bezeichnungsweise zweckmäßig. Die folgenden 3 Successionsstufen, zwischen denen die Übergänge natürlich fließend sind, entsprechen dabei grundsätzlich den Befallsfolgen I, II, III von EIDMANN. Die Stufe IV wurde bei der Untersuchung in Guatemala nicht mehr berücksichtigt.

2. Erste Successionsstufe: Saftfrische Stämme und Stubben

Der Befall durch *Dendroctonus*-Arten ist eingehend beschrieben worden (G. BECKER 1951, 1952, 1954). Als Primärschädlinge an *Pinus*-Stämmen wurden weiterhin Aegeriiden beobachtet (G. BECKER 1952). Bald nach einem erfolgreichen Eindringen von *Dendroctonus* findet man in dessen Gängen und unter bereits ein wenig gelockerten Rindenstellen Cecidomyiden-Larven. Es folgen die holzbrütenden Scolytiden *Gnathotrichus sulcatus* und *Xyleborus scopulorum* sowie *Platypus quadridens*, die sich auch bei frischgefälltem Holz sehr rasch einfinden. Die *Pityopthorus*-Arten, deren Neubefall nicht beobachtet werden konnte, dürften sich ebenfalls sehr frühzeitig einstellen. Sehr bald treten in den *Dendroctonus*-Fraßgängen Larven von *Enoclerus sphegeus* und den Temnochiliden-Arten, von den räuberischen Dolichopodiden der Gattung *Medetera* und den parasitischen Hymenopteren auf. Auch Pseudoskorpione sind bereits sehr früh zu beobachten. Bemerkenswert ist ferner das sehr baldige Auftreten von *Lasconotus*-Larven, die nach kurzer Zeit sehr zahlreich sein und dadurch zu einem auffallenden Glied dieser Biozönose werden können.

Noch feuchte Stämme während der Entwicklung der Brut der kleineren *Dendroctonus*-Arten oder aus anderen Gründen vor kurzem abgestorbene Bäume besiedeln die holzbrütenden Rüsselkäfer *Cossonus xylophilus*, *Calyciforus inaequalis*, *Tomolips bicalcarata* und *Tomolips pinicola*, von denen anscheinend die letztgenannte Art die feuchtigkeitsbedürftigste ist. Diese so bald erscheinenden Cossoninen-Imagines fressen offenbar zunächst nur von der Rinde und dem Bast und nagen sich erst allmählich in das Holz ein. In den wärmeren Gebieten dringen in die soeben gefällten Bäume, in frische Stubben oder in die durch Feuer oder falsche Harzungsverfahren abgestorbenen, noch saftfrischen Kiefern sehr schnell unter der noch festhaftenden Rinde die winzigen Termiten der Gattung *Heterotermes* vor, die anschließend das Holz zerfressen und, wo sie auftreten, zu dessen raschem Zerfall wesentlich beitragen.

Von räuberischen Käfern, die als *Dendroctonus*-Feinde keine oder allenfalls geringe Bedeutung haben und anderen Rinden- und Holzbewohnern nachstellen, werden Staphyliniden verhältnismäßig bald häufig. Die selteneren Histeriden kommen gleichfalls bereits in den noch saftfrischen Stämmen vor. In sehr feuchtem Kambium wurde auch *Aneurops championi* gefunden, der anscheinend phytophag, vielleicht aber fakultativ räuberisch lebt. Die *Corticeus-(= Hypophloeus-)*Arten treten etwas später auf als die bisher genannten Käfer. Den Höhepunkt ihrer Entwicklung erreichen sie anscheinend erst gegen Ende der *Dendroctonus*-Entwicklung oder in einem entsprechenden Austrocknungsstadium der Kiefern; sie können dann besonders zahlreich werden und in den höheren Gebirgslagen, in denen sie vorkommen, durch ihre Menge auffallen. Die Raubwanzen, unter denen *Lyctocoris stålii* die bei weitem wichtigste Art ist, beginnen erst mit ausgehender *Dendroctonus*-Entwicklung aufzutreten, und ihre Zahl nimmt dann unter trocken werdender und sich ablösender Rinde zu.

Von einem gewissen Welkezustand des Kambiums an beginnt die Besiedlung der Kiefern durch *Ips*-Arten. Sie beschränken sich auf Stämme oder höhere Stammbereiche mit dünnerer Rinde sowie die Äste. Ihre artenweise sehr kennzeichnend geformten Fraßbilder vermischen sich in den Gebieten mit *Dendroctonus-adjunctus*-Vorkommen von einer bestimmten Baumhöhe an mit dessen Fraßgängen. Den *Ips*-Arten folgt eine ähnliche Insektenbiozönose wie *Dendroctonus*. Die parasitischen Hymenopteren haben aber bei *Ips* wegen der dünneren Rinde bessere Voraussetzungen für ihren Angriff. Bei den in tieferen, wärmeren Lagen vorkommenden Arten *Ips interstitialis* und *Ips cribricollis* fehlen *Enoclerus sphegeus* und die auf hohe Lagen beschränkten Temnochiliden-Arten sowie die später auftretende *Lyctocoris stålii*, und an ihre Stelle treten andere Temnochiliden-Arten mit z. T. neotropischer Verbreitung.

Bereits im Verlaufe des *Dendroctonus*-Befalls oder in entsprechend saftfrischen, aus anderen Gründen abgestorbenen Bäumen erscheinen Siriciden, Buprestiden und die ersten Frischholz-Cerambyciden. Im Falle der letzteren handelt es sich dabei um *Tetropium*- und *Acanthocinus*-Arten, deren Larvenentwicklung ganz oder zum größten Teil in der feuchten Kambialschicht vor sich geht und die sich entweder hier oder in den äußeren Splintholzschichten verpuppen. Die aufgefundenen *Tetro-*

pium-Arten sind in den hohen Gebirgslagen weit verbreitet und häufig. Während von den holz- und rindenbrütenden Scolytiden im allgemeinen nur ein Bläuepilzbefall im Holz ausgeht, bilden die Bohrgänge der Cerambyciden, Buprestiden und Siriciden mit ihrer wassersaugenden Fraßmehlfüllung Eingangspforten für die Entwicklung holzzersetzender Pilze.

3. Zweite Successionsstufe: Holz noch vorwiegend fest, trocken oder wieder durchfeuchtet; Rinde locker

Von den in der Kambialschicht lebenden Insekten können sich die *Ips*-Arten in den oberen Teilen des Baumes und — weniger ausgeprägt — auch die großen *Dendroctonus* nahe dem Boden noch eine Weile weiterentwickeln, wenn die kleineren, gefährlichen *Dendroctonus*-Arten den trocknenden Stamm oder Stubben bereits verlassen haben.

Die für die Biozönose kennzeichnenden *Corticeus*-Arten und, wenn die Kambialschicht hinreichend feucht bleibt, auch *Lasconotus* sind noch längere Zeit nach der *Scolytiden*-Entwicklung in beträchtlicher Zahl vorhanden. Die anderen früher aufgezählten Tenebrioniden und Colydiiden kommen jetzt hinzu, wenn die Trocknung von Rinde und Holz einsetzt und jene sich lockert. Das Auftreten der Nitiduliden und Orthoperiden ist zeitlich verschieden. Histeriden kommen auch in dieser Successionsstufe vor. Während Cleriden und Temnochiliden nach dem Verschwinden der Scolytiden selten werden, findet man die Larve des Lyciden *Lygistopterus caeruleus* nicht nur unter der Rinde mit, sondern auch ohne *Dendroctonus*. Staphyliniden und Pseudoskorpione sind zu finden, solange irgendwelche Insekten in den Stämmen oder Stubben vorhanden sind. *Lyctocoris* kommt besonders jetzt, in der zweiten Successionsstufe, unter lockerer, trockener Rinde vor.

Die Myriapoden entwickeln sich meist erst nach Beendigung der *Dendroctonus*-Entwicklung in der zerstörten Kambialschicht. Die Cecidomyiden bleiben lange vorhanden, wenn Kambium und Rinde feucht genug sind. Auch für die übrigen Dipteren, deren Larven unter der Rinde heranwachsen, ist natürliche Feuchtigkeit ihre Lebensvoraussetzung.

Die im Holz fressenden Insekten erreichen ihren Höhepunkt in dieser zweiten Successionsstufe nach Abschluß des *Dendroctonus*-Befalls, kurz bevor oder wenn die holzzerstörenden Pilze sich zu entwickeln beginnen. Unter den Cerambyciden sind nun diejenigen Arten vorherrschend, die auch ihre Larvenentwicklung im Holz durchmachen. In den hohen Lagen fiel *Astyochus tenebrosus*, eine sehr früh im Jahr schwärmende Art, auf, die dort offenbar verbreitet ist. Ein in seiner Lebensweise dem europäischen *Ergates faber* ähnlicher Bockkäfer ist *Callipogon barbatum*. Gerade bei den *Cerambyciden* fehlt es aber an hinreichenden eigenen Beobachtungen, weil während des größten Teils der Regenzeit, in der die Imagines erscheinen, nicht mehr gesammelt werden konnte. Auch über Buprestiden liegen deshalb zu wenig Funde vor.

Unter den Rüsselkäfern im toten, aber noch festen Holz sind *Cossonus sargi*, die größte Cossoninen-Art, und *Cossonus xylophilus*, eine besonders verbreitete *Cossonus*-Art, die wichtigsten.

In den wärmeren Gebieten kommen bei der Zerstörung des toten Holzes den Cerambyciden und anderen Käfern meist die Termiten der

Gattungen *Heterotermes* und *Coptotermes* sowie *Cryptotermes brevis* in trockenem, *Nasutitermes corniger* in feuchterem Holz zuvor. Lebensweise und Fraßbild dieser Termiten sind in einer früheren Veröffentlichung (G. BECKER 1953) beschrieben, auf die verwiesen wird.

4. Dritte Successionsstufe: Holz von Pilzen zersetzt

Der Abbau des Kiefernholzes durch Pilze ist in den meisten Nadelwaldgebieten mehr oder weniger auf die Regenzeit beschränkt, da das Holz in den Monaten der Trockenzeit von November bis April so stark austrocknet, daß ein Pilzwachstum unmöglich ist. In den hohen Lagen wirkt sich außerdem die infolge der nächtlichen Kühle niedrige Durchschnittstemperatur hemmend auf die Pilzentwicklung aus. In Höhenlagen über 2500 m geht der Holzverfall daher recht langsam vor sich, und tote Stämme können ein Jahrzehnt und länger stehen bleiben, während sie in wärmeren Lagen in weniger als einem Jahr stürzen, wie es z. B. auch in Mexiko nach J. P. PERRY der Fall ist.

Das von Pilzen zersetzte „morsche" Holz enthält eine recht andersartige Fauna, als die vorhergehenden Successionsstufen aufgewiesen hatten. Neben Insektenarten, die sich von der zersetzten Holzsubstanz ernähren, und solchen, die diesen nachstellen, kommen nun andere vor, denen das Holz lediglich als Aufenthalt und Versteck dient. Der Wandel der Fauna im Ablauf der Successionen ist natürlich bei den phytophagen Arten ausgeprägter als bei den carnivoren. Pflanzenfresser sind in der dritten Successionsstufe noch Termiten, gewisse Cerambyciden, Curculioniden und Buprestiden. Neue Formen sind jetzt die vorwiegend in verpilztem Holz lebenden Elateriden, Melasiden und Rhipiceriden. Die Zunahme der Tenebrioniden-Arten und der Individuenzahl bei manchen von diesen ist bemerkenswert. Ferner mehren sich Lepismatiden, *Dermaptera* und gewisse Myriapoden.

Von den räuberischen Arten sind Staphyliniden, die nun hinzukommenden Carabiden, Histeriden und andere kleine Käfer sowie Ameisen, Pseudoskorpione, Spinnen und Chilopoden zu nennen. Manche Arten einiger dieser Gruppen sind in allen drei Successionsstufen über eine lange Zeit hin unter der Rinde und im Holz vorhanden.

Nach den — leider infolge der Zeitknappheit hier viel zu dürftigen — Beobachtungen hat es den Anschein, daß das verrottete Kiefernholz der dritten Successionsstufe verhältnismäßig wenig Insektenarten enthält, die das von Pilzen stark veränderte Holz noch als Nahrung verwenden. Die dafür kennzeichnenden Elateriden, Melasiden und Rhipiceriden scheinen auf tiefere, wärmere Lagen beschränkt zu sein. Die an Zahl häufigsten Käfer sind in pilzfaulem Holz wohl die Tenebrioniden und die räuberischen Staphyliniden und Carabiden. In den höheren Lagen ist das zersetzte Holz auffallend insektenarm. Doch bedürfen die späten Successionsstufen zu einer gesicherten Beurteilung noch — wie gesagt — einer besseren Untersuchung.

5. Vergleich mit anderen Beobachtungen

Die Ähnlichkeit der in Guatemala beobachteten Biozönose während des *Dendroctonus*-Befalls mit den entsprechenden, an anderen Bastkäfer-

und Kiefern-Arten von G. R. Struble und D. De Leon beschriebenen Verhältnissen in zwei Gebirgen der westlichen U.S.A. ist bemerkenswert. Zwar sind die Arthropoden-Arten hier und dort — von einzelnen Ausnahmen abgesehen — verschieden, aber mehrere Insektenfamilien, z. B. die Cleriden, Temnochiliden, Histeriden, Colydiiden, Nitiduliden, Staphyliniden sowie räuberische Wanzen und Dipteren treten in den Kiefern Nord- und Mittelamerikas mit denselben Gattungen auf. In U.S.A. scheinen die parasitischen Hymenopteren eine größere Bedeutung zu besitzen als in Guatemala, während hier die räuberischen Käfer mehr hervortreten.

Auch im österreichischen Urwald Rotwald fiel E. Schimitschek (1953) ein starkes Überwiegen der räuberischen Arten auf. Den deutlichen Mangel an Parasiten, besonders parasitischen Hymenopteren, führt er hier auf die niedrigeren Temperaturen zurück. Andererseits stellte aber H. Eidmann (1943) in seinen Betrachtungen über die Successionen der Holzinsekten im tropischen Afrika ebenfalls fest, daß hier im Vergleich zu Mitteleuropa die Räuber eine viel größere Bedeutung haben als die Parasiten.

Übereinstimmung zwischen den Beobachtungen H. Eidmanns über die Insektensuccessionen in westafrikanischen Laubhölzern und den *Pinus*-Arten Guatemalas besteht — wie es nicht anders zu erwarten war — ferner darin, daß im Verlaufe der Successionsstufen alle carnivoren Tiere bedeutend länger erscheinen als die an einen bestimmten Beschaffenheitszustand des Holzes oder der Kambialschicht mehr oder weniger eng gebundenen Verzehrer der Pflanzensubstanz. In den Laubhölzern Afrikas wie in den Kiefern Mittelamerikas treten zwar als wichtigste Holzzerstörer der ersten und zweiten Successionsstufe dieselben Insektenordnungen und z. T. auch -gattungen auf, und auch mehrere Gruppen der räuberisch im Holz lebenden Insekten entsprechen einander; im einzelnen aber bestehen doch recht erhebliche Unterschiede, z. B. fehlen manche Käferfamilien wie die Lucaniden, Scarabaeiden, Passaliden und Brenthiden in den zugrundegehenden Kiefern in Guatemala anscheinend ganz, während hier Elateriden, Rhipiceriden und Melasiden sowie besonders auch die Tenebrioniden wohl häufiger sind. Anders als nach Eidmanns Darstellung für den afrikanischen Regenwald ist schließlich die Rolle der Termiten im Rahmen des Holzabbaues zu beurteilen. Wo Termiten in den *Pinus*-Gebieten Guatemalas vorkommen, befallen die kleinen *Heterotermes*-Arten den abgestorbenen oder gestürzten Baum und den frischen Stumpf sehr rasch, so daß sie bereits zu den Vertretern der ersten Successionsstufe zu rechnen sind, und auch die größeren *Coptotermes*-Arten besiedeln die Kiefernstubben in einem noch festen, von Pilzen wenig beeinflußten Zustand des Holzes. Andererseits muß man die Termiten noch zu den wichtigsten Gliedern auch der dritten Successionsstufe zählen.

W. Derksen hat bei seinen Successionsuntersuchungen an abgestorbenem Buchenholz vor allem die Stümpfe berücksichtigt, die eine durchaus andere Insektenfauna aufweisen als stehende Stämme. Eine ausgeprägte zeitliche Aufeinanderfolge konnte er nur für einige Insektenarten feststellen. Deutlicher war eine räumliche, durch die Feuchtigkeit und den daraus sich ergebenden Holzabbaugrad bedingte Gliederung. Ein ins Einzelne gehender Vergleich seiner Befunde an einem Laubholz in Norddeutschland mit denen an Nadelholz in Mittelamerika ist für sich allein wegen der zu verschiedenen

Voraussetzungen nicht angebracht. Die Unterschiede des Insektenvorkommens und Einflusses sind bei den holz- und rindenfressenden Gruppen besonders groß, zumal die Zahl der an Buche lebenden Holzzerstörer-Arten sehr gering ist, während sich die Verhältnisse bei den Räubern und Raumbewohnern in vieler Hinsicht mehr entsprechen.

Die Insektensuccessionen in Buchen-, Fichten- und Tannenholz im Urwald Rotwald (in der Nähe von Wien) hat neuerdings E. SCHIMITSCHEK (1953) sehr eingehend beschrieben. Er hat dabei auch die Unterschiede der Befallsfolgen im Kambialbereich und im Holzkörper herausgearbeitet. Angesichts der grundlegenden klimatischen Unterschiede im ständig feuchten, kühlen Rotwald und in den zum Teil sehr heißen, zumindest tags sehr erwärmten, und einer halbjährigen völligen Regenlosigkeit ausgesetzten Gebirgswäldern Guatemalas ist die Ähnlichkeit der Befallsfolgen in Fichte und Tanne in Mitteleuropa und den Kiefern in Mittelamerika — auf das Ganze gesehen — bemerkenswert. Verständlicherweise sind hier gewisse Dipterengruppen, Tineiden, Collembolen und andere feuchtigkeitsbedürftige Formen seltener als im Rotwald, und in diesem fehlen Buprestiden und Platypodiden als wärmeliebende Insekten oder natürlich Temnochiliden. Die holzbrütenden Scolytiden haben in Mittelamerika größere Bedeutung als im Rotwald. Ein wichtiger Holzbewohner im Rotwald ist *Hylecoetus dermestoides* L.; in Guatemala wurden Lymexyloniden nicht gefunden. Hier, aber nicht im Rotwald vorhanden sind z. B. Histeriden, Colydiiden, Lyciden und mehrere andere Käferfamilien; die holzfressenden Rüsselkäfer sind auffallende Biozönose-Glieder unter Rinde und im Holz der *Pinus*-Arten, während sie in Mitteleuropa eine geringere Bedeutung haben. Umgekehrt fehlen in den Kiefern Guatemalas die im Rotwald häufigen Lucaniden, Cisiden und Pyrochroiden. In beiden Gebieten treten unter den phytophagen Käfern die Cerambyciden, unter den räuberischen die arten- und individuenreichen Staphyliniden hervor.

Ein Vergleich der Anzahl aufgefundener Arten hat wegen der begrenzten Sammelzeit in Guatemala nur bei den Käfern Sinn. Hier wurden als *Pinus*-Bewohner nahezu 90 Coleopteren-Arten festgestellt. W. DERKSEN fand im Buchenholz Mecklenburgs annähernd 80, E. SCHIMITSCHEK im Rotwald rund 70 Käfer. Berücksichtigt man die voraussichtliche Unvollständigkeit der Aufsammlungen in Guatemala, so ergibt sich aus diesen Zahlen für Guatemala eine gewisse Überlegenheit der Artenzahl, wie sie für tropische Gebiete kennzeichnend, in den Gebirgen mit niedrigerer Durchschnittstemperatur aber weniger ausgeprägt ist als im tropischen Regenwald.

Für einen über die allgemeinen Grundzüge hinausgehenden Vergleich der Successionen holzfressender und holzbewohnender Insekten in geographisch und klimatisch unterschiedlichen Gebieten der Erde und in verschiedenen Holzartengruppen bedarf es noch sehr vieler und ausgedehnter Einzeluntersuchungen.

V. Geographische Verbreitung der aufgefundenen Arten

Bereits bei einer früheren Zusammenstellung der geographischen Verbreitung der holzzerstörenden Insekten Guatemalas (G. BECKER 1953) wurde auf die besonderen Verhältnisse in Guatemala auf der Landbrücke zwischen Nord- und Südamerika hingewiesen. Dabei hatte sich am Beispiel

von 20 Termiten- und 31 Käferarten das für dieses Gebiet Kennzeichnende gezeigt: Die Zahl endemischer, nach den bisherigen Erfahrungen auf das Land beschränkter Arten ist in den Gebirgen groß. Ein verhältnismäßig großer Anteil von Arten ist nearktischer Herkunft und reicht bis in die Vereinigten Staaten; für sie bildet die Hochgebirgskette einen Weg in die tropischen Breiten. In den tieferen Lagen dagegen kommen neotropische Arten vor, deren Verbreitung entweder auf Mittelamerika beschränkt ist oder bis nach Südamerika reicht. Im einzelnen ergab sich für die Holzinsekten die Feststellung: Während die meisten Termitenarten Guatemalas außerhalb des Landes über ein weites Gebiet verbreitet sind und sich besonders nach Süden hin ausdehnen, ist die Mehrzahl der im Hochgebirge beobachteten holzfressenden Käfer auf ein enges Vorkommen beschränkt, und Arten mit nördlicher Herkunft überwiegen.

Beim Betrachten der Verbreitung aller im Rahmen der Successionsuntersuchung gefundenen Tiere verlohnt es — außer den bereits früher bearbeiteten Termiten — nur, auf die Coleopteren näher einzugehen. Von allen anderen Gruppen wurden zu wenig Arten gesammelt. Die gefundenen Vertreter der *Embiodea*, *Saltatoria* und *Dermaptera* sind wahrscheinlich bisher unbeschrieben. Zwei für Guatemala neue Heteropteren haben nearktische Verbreitung. Die aufgefundenen Hymenopteren-Arten sind bis auf die in Nordamerika und Europa häufige Pteromalide *Pachyceras xylophagorum* wohl neu. Auch die in dem untersuchten Biotop beobachteten *Dipteren* sind bis auf eine Art noch unbeschrieben. Diese eine, *Medetera aldichrii*, ist wiederum nördlicher Herkunft. Unter den sechs hinter Kiefernrinde gefundenen Pseudoskorpionen befinden sich vier neue Arten, eine Art war bereits aus Guatemala, eine andere aus Mexiko bekannt gewesen. — Bei allen Ordnungen außer den *Isoptera* und *Coleoptera* waren also die meisten Arten neu, die bereits bekannten haben in der Mehrzahl eine zum Teil weit nach Norden reichende Verbreitung.

Für die Coleopteren verlohnt sich die umseitige Übersicht über ihre bisher bekannte Verbreitung. (Außer der Biologia Centrali Americana und den Bearbeitungen in JUNK-SCHENKLING wurde wiederum die nützliche Zusammenstellung von R. E. BLACKWELDER verwandt.)

Von den 87 aufgefundenen Käferarten konnten 18 noch nicht bestimmt werden. Neu beschrieben wurden bisher 12 Arten[1]); dazu kommen 2 in der Zusammenstellung aufgeführte Arten, die nach Funden von F. SCHWERDTFEGER neu beschrieben worden sind. (F. SCHWERDTFEGER hat erst einen kleinen Teil seiner Beobachtungen in Guatemala veröffentlicht.) Von den bisher determinierten Arten sind 30 nach eigenen, dazu 3 nach F. SCHWERDTFEGER's Funden neu für Guatemala, d. h. 48% der bestimmten 69 Coleopteren waren für das Land noch nicht angegeben gewesen.

In hohen Lagen über 2000 m wurden 61 Coleopteren-Arten gesammelt, in den (nur oberflächlich untersuchten) mittleren Lagen unterhalb von rd. 2000 m 30 Arten; lediglich 4 Käfer, und zwar 2 Scolytiden- und 2 Cossoninen-Arten, wurden in mittleren wie hohen Gebirgslagen festgestellt. Bei gründlicherem Sammeln würde sich die Zahl der in beiden Gebieten vorkommenden Tiere aber sicherlich erhöhen.

Eine Auswertung der bis jetzt vorliegenden Verbreitungsangaben für die in den Kiefern Guatemalas aufgefundenen Käferarten ergibt folgende

[1]) Davon ist allerdings eine *Dendroctonus*-Art nach K. E. SCHEDL wieder einzuziehen.

zahlenmäßige Verteilung: Es kommen vor

von Guatemala bis Panama	5 Arten =	7%,
von Guatemala bis Südamerika	2 Arten =	3%,
von Mexiko bis Panama	7 Arten =	10%,
von Mexiko bis Südamerika	3 Arten =	4%,
von USA bis Panama	1 Art =	1%,
von USA bis Südamerika	keine Art =	0%,
von Guatemala bis Mexiko	14 Arten =	20%,
von Guatemala bis USA	9 Arten =	13%,
nur aus Guatemala bekannt sind [2])	28 Arten =	41%.

[2]) Davon sind 14 (bzw. 13) Arten neu beschrieben.

Familie	Art	Neue Art	Neu für Guatem.
Carabidae	6 Arten nicht bestimmt		
Staphylinidae	*Lispinus dejectus* Sharp	–	—
	Lispinus planus Sharp		*
	Phloeonomus laeticulus Sharp	—	—
	Oligolinus sinuatus Sharp	—	*
	Oligolinus varians Sharp	—	—
	Oligolinus beckeri Scheerp	*	*
	Oligolinus gracilentus Scheerp.	*	*
	Nudobius celatus Sharp	—	
	Ehomalolinus divisus var. guatemalenus Sharp	—	—
	Placusa minuta Sharp	—	*
	Homalota sordida Sharp	—	—
	Silusa opacella Sharp	—	—
	Phloeopora falagrioides Scheerp.	*	*
Histeridae	*Platysoma columellare* Lew.	—	—
	Platysoma punctigerum Lew.	—	*
	Platysoma spec.		
	Carcinops spec.		
Melasidae	*Fornax valeris* Fisher	—	*
	Fornax spec.		
Elateridae	*Diphytaxis excavata* Horn	—	*
Rhipiceridae	*Callirrhipis spec.*		
Buprestidae	*Chalcophora brasiliensis* Obenb.	—	(*)
	Chalcophora virginiensis Drury		—
	Chrysobothris beckeri Obenb.	*	*
	Agrilus schwerdtfegeri Obenb.	(*)	(*)
Lycidae	*Lygistopterus caeruleus* Gorham	—	—
Malachiidae	*Collops histrionicus* Champ.	—	—
Cleridae	*Enoclerus sphegeus* F.	—	*
Temnochilidae	*Temnochila planicollis* Sharp		—
	Temnochila spec.		
	Tenebroides rubra Rttr.	—	—
	Tenebroides spec.		

[1]) H. = hohe Gebirgslagen über ≈ 2000 m.
[2]) M. = mittlere Gebirgslagen unterhalb von ≈ 2000 m.

Von den in Holz und Rinde absterbender und toter Kiefern beobachteten Käferarten sind also zwei Fünftel nur aus Guatemala gemeldet. Der Anzahl nach folgen ihnen mit einem Fünftel die Arten, für die ein Vorkommen auch in Mexiko bekannt ist. Für ein Sechstel reicht die Verbreitung bis in das Gebiet der Vereinigten Staaten oder noch weiter nach Norden. Ein Zehntel der Tiere kommt zugleich in Mexiko und mehreren Ländern Mittelamerikas vor. Auffallend gering aber ist die Zahl der bis auf den südamerikanischen Kontinent hin verbreiteten neotropischen Arten.

Unter Mitberücksichtigung der übrigen Arthropodenfunde ergibt sich also: Die holz- und rindenbewohnende Fauna der Kiefern in den Gebirgen Guatemalas wird — was die Artenzahl anbetrifft — von endemischen Formen mit einer anscheinend geringen geographischen Ausdehnung beherrscht. Nach ihnen haben Arten mit einer nach Norden zu, bis Mexiko, bis in die USA oder sogar bis Kanada reichenden Verbreitung die zweitgrößte Bedeutung. Das neotropische Faunenelement aber tritt nach Artenzahl und bei den Käfern auch hinsichtlich des Einflusses dieser Arten im Rahmen der Successionen verhältnismäßig stark in den Hintergrund. Die Hochgebirge lassen mit ihren klimatischen Verhältnissen — besonders in den oberen Lagen — eine Entwicklung dieser wärmeliebenden Insekten nicht mehr zu, während sie für die nearktischen Formen eine Brücke weit nach Süden in den tropischen Bereich hinein darstellen, in dessen tieferen, heißen Lagen andererseits diese Tiere mit nördlicher Herkunft nicht zu leben vermögen. Die bevorzugte Ausbildung endemischer Arten andererseits ist für ein Ge-

Vorkommen der Arten in					
		Guatemala			
USA	Mexiko	H.[1])	M.[2])	Zentralam. außer Guatem.	Südamerika
—	—	—	x	—	—
—	x	—	x	—	x
—	x	x	—	x	—
—	x	x	—	—	—
—	x	x	—	—	—
—	—	x	—	—	—
—	—	x	—	—	—
—	x	x	—	x	—
—	(x)	x	—	—	—
—	—	x	—	x	—
—	—	x	—	—	—
—	—	x	—	—	—
—	—	x	—	—	—
—	—	—	x	—	—
x	—	—	x	—	—
		x	—		
		x	—		
x	—	—	x	—	—
		—	x		
—	—	—	x	—	—
		—	x		
—	—	—	x	—	x
x	x	—	x	x	—
—	—	x	—	—	—
—	—	—	x	—	—
—	—	x	—	—	—
—	x	x	—	—	—
x	x	x	—	—	—
	—	x	—	—	—
		—	x		
—	—	—	x	x	x
		x	—		

(Fortsetzung umseitig)

Familie	Art	Neue Art	Neu für Guatem.
Anobiidae	*Calymmaderus pupatus* Gorham	—	—
	Calymmaderus throscoides Gorham	—	—
Nitidulidae	*Epuraea beckeri* Sjöst.	*	*
	Carpophilus ligneus Murr.	—	—
Cujucidae	*Aneurops championi* Sharp	—	—
Orthoperidae	*Sacium spec.*		
Colydiidae	*Aulonium bidentatum* Fab.	—	—
	Asynchita granulata Say.	—	*
	Lasconotus (= Illestus) terrenus Pascoe	—	—
	Pycnomerus germanus Sharp	—	—
	Sosylus spec. (?)		
Tenebrionidae	*Ditaphronotus laevicollis* Champ.	—	*
	Corticeus (= Hypophloeus) parallelus Melsh.	—	*
	Corticeus nova spec.	*	*
	Tarpela spec.		
	Tarpela spec.		
	Pyanisia longicollis Champ.	—	—
	Pyanisia tristis Lap.	—	—
	Gen. nov. spec. nova	*	*
Cerambycidae	*Callipogon barbatum* F.	—	—
	Tetropium guatemalenum Bates	—	—
	Tetropium opacum Franz	*	*
	Tetropium beckeri Franz	*	*
	Astyochus tenebrosus Bates	—	—
	Acanthocinus obliquus LeC. *var. chihuahuae* Casey	—	*
	Phrynidius spec.		
Scolytidae	*Xyleborus scopulorum* Hopk.	—	*
	Pithyophthorus confusus Bldf.	—	—
	Pithyophthorus nigricans Bldf.	—	—
	Gnathotrichus sulcatus LeC.	—	*
	Ips bonanseai Hopk.	—	*
	Ips concinnus Mann.	—	—
	Ips cribricollis Eichh.	—	—
	Ips interstitialis Eichh.	—	—
	Ips oregonis Eichh.	—	*
	Hylocurus beckeri Heqvist	*	*
	Dendroctonus adjunctus Bldf.	—	—
	Dendroctonus mexicanus Hopk.	—	—
	Dendroctonus parallelocollis Chap.	—	*
	Dendroctonus valens LeC.	—	—
	Dendroctonus beckeri Thatcher	(*)	(*)
	Hylurgops spec.		
Platypodidae	*Platypus quadridens* Schedl	—	*
Curculionidae	*Pissodes guatemaltecus* Voss	(*)	(*)
	Cossonus sargi Champ.	—	—
	Cossonus xylophilus Boh.	—	—
	Tomolips bicalcarata Woll.	—	*
	Tomolips pinicola Voss	*	*
	Calyciforus inaequalis Champ.	—	—

[1]) H. = hohe Gebirgslagen über ≈ 2000 m.
[2]) M. = mittlere Gebirgslagen unterhalb von ≈ 2000 m.

Vorkommen der Arten in					
		Guatemala			
USA	Mexiko	H.[1])	M.[2])	Zentralam. außer Guatem.	Südamerika
—	x	x	—	x	x
—	—	x	—	x	—
—	—	x	—	—	—
—	x	x	—	x	—
—	—	x	—	—	—
		x	—		
—	x	—	x	x	x
—	—	—	x	x	—
—	x	x	—	—	—
—	—	—	x	—	—
		x	—		
—	—	—	x	x	—
x	—	x	—	—	—
—	—	x	—	—	—
		x	—		
		x	—		
—	—	x	—	—	—
—	x	—	x	x	—
—	—	x	—	—	—
—	—	x	—	x	—
—	—	x	—	—	—
—	—	x	—	—	—
—	—	x	—	—	—
—	—	x	—	—	
—	x	—	x	—	—
		x	—		
x	(x)	x	x	—	—
—	—	—	x	—	—
—	x	x	—	—	—
x	x	x	—	—	—
—	x	x	—	—	—
x	x	x	—	—	—
—	x	—	x	x	—
—	x	—	x	x	—
x	x	x	—	—	—
—	—	x	—	—	—
—	—	x	—	—	—
—	x	x	—	—	—
—	x	x	—	—	—
x	x	x	x	—	—
—	—	x	—	—	—
		x	—		
—	x	x	—	—	—
—	—	x	—	—	—
—	—	x	—	—	—
—	x	x	x	—	—
—	x	x	—	—	—
—	—	—	x	—	—
—	x	x	—	—	—

birgsland eine geläufige Erscheinung. — Die Insekten mit nearktischer Verbreitung sind übrigens in Nordamerika — abgesehen von wenigen Arten mit weiter Verbreitung — auf den Westen des Kontinents beschränkt.

Zum Schluß soll noch die geographische Verteilung derjenigen Arten gesondert betrachtet werden, die durch eine regelmäßig große Individuenzahl in den untersuchten Biotopen auffallen. *Dendroctonus adjunctus*, der es verdient, an erster Stelle genannt zu werden, ist auf Guatemala beschränkt. Aber *Dendroctonus valens* kommt bis nach Kanada hin vor. Zwei bemerkenswerte Feinde von *Dendroctonus adjunctus*, *Enoclerus sphegeus* und *Medetera aldrichii*, sind nearktischer Herkunft, während die häufigen Temnochiliden offenbar zu anderen Arten gehören als den in den USA auftretenden und zum Teil vielleicht weiter nach Süden hin reichen. Von den fünf rindenbewohnenden *Ips*-Arten sind die in Höhenlagen unterhalb von rd. 2000 m vorkommenden *Ips interstitialis* und *Ips cribricollis* von Mexiko bis Guatemala bzw. Honduras verbreitet, während von den drei in höheren Gebieten als 2000 m gefundenen Arten, *Ips bonanseai*, *Ips concinnus* und *Ips oregonis*, die beiden letzteren

wiederum bis nach Nordamerika hin vorkommen. Auch die beiden wichtigsten holzbrütenden *Scolytiden* in den Kiefern Guatemalas, *Gnathotrichus sulcatus* und *Xyleborus scopulorum,* sind nearktischer Herkunft.

Die gefundenen Cerambyciden sind überwiegend endemische Arten. Die Cossoninen kommen teils nur in Guatemala, teils noch in Mexiko vor.

Die in großer Zahl auftretende *Lasconotus*-Art ist auch aus Mexiko bekannt. Von den ebenfalls durch ihre Menge auffallenden *Corticeus*-Arten ist eine auf Guatemala beschränkt, die andere gibt es bis nach Nordamerika hin. Nearktische Tiere sind auch die Raubwanzen *Lyctocoris stålii* und *Aradus lugubris,* von denen die erstere in dem untersuchten Biotop im Hochgebirge sehr verbreitet ist. Die in großer Menge beobachteten Staphyliniden sind teils auf Guatemala beschränkt, teils in anderen Ländern Mittelamerikas, teils bis Mexiko verbreitet. Bei den Pseudoskorpionen handelt es sich überwiegend um bisher unbekannte Arten, über deren Verbreitung noch zu wenig bekannt ist. — Wegen ihrer außerordentlich großen Individuenzahl und ihrer starken Einwirkung auf den Holzabbau besonders bemerkenswerte Insekten, deren Verbreitung weit nach Süden zu reicht, sind lediglich die Termiten.

VI. Zusammenfassung

Es wird eine Übersicht über die in Guatemala vorkommenden *Pinus*-Arten gegeben. Die in Holz, Kambium und Rinde absterbender und toter Kiefern in den Gebirgen Guatemalas gefundenen Insekten und einige andere Arthropoden, insgesamt rund 110 Arten, sind mit Angaben über Fundorte, Verbreitung und beobachtete Lebensweise, nach der Systematik geordnet, zusammengestellt. An Zahl überwiegen bei weitem die Coleopteren mit mehr als 80 Arten.

Zusammenleben und Aufeinanderfolge der beobachteten Arten und deren Häufigkeit in der Biozönose werden beschrieben, und es wird versucht, ein allgemeines Bild der Successionen in Rinde, Kambium und Holz zu vermitteln. Dabei wird von 3 Successionsstufen ausgegangen. Für die erste Stufe sind zunächst rinden- und holzbrütende Scolytiden und deren natürliche Feinde sowie Cecidomyiden-Larven und in wärmeren Gebieten gewisse Termitenarten die bemerkenswertesten Insekten. Neben den Termiten sind auffallende Folgeinsekten: Cerambyciden, Buprestiden, Cossoninen und einzelne Colydiiden und Tenebrioniden als phytophage, Staphyliniden, Histeriden, Raubwanzen und Pseudoskorpione als räuberische Formen. Erst später in der Succession erscheinen Elateriden, Melasiden, Rhipiceriden, carnivore Tenebrioniden, Carabiden, Lepismatiden, Ameisen, Myriapoden, Chilopoden und Spinnen.

Von den in Holz und Rinde von *Pinus*-Arten gefundenen Insektenarten ist fast die Hälfte nur aus Guatemala bekannt, und bei einem großen Teil dieser Tiere handelt es sich um Neubeschreibungen. Von den weiter verbreiteten Arten kommen die meisten außerdem in Mexiko vor. Verhältnismäßig viele, besonders in den hohen Gebirgslagen, sind nearktischer Herkunft und aus Nordamerika bekannt. Dagegen ist der Anteil neotropischer Formen gering und nur im Falle der Termiten von größerer Bedeutung für die Biozönosen.

VII. Literaturverzeichnis

Bates, H. W.: *Longicornia.* In: Biol. Centr. Amer., Coleoptera, Vol. V, (1879—1886) 144—146, 383—385.

Becker, G.: Ausdehnung und Ablauf der *Dendroctonus*-Kalamität in Guatemala. Z. angew. Entomol. **33** (1951) 186—209.

— — Die *Dendroctonus*-Kalamität in Guatemala. IX. Int. Congr. Entomol. 1951 (1952) 682—687.

— — Fraß von Lepidopteren im Kambium gesunder Kiefern in Mittel- und Nordamerika. Z. angew. Entomol. **34** (1952) 170—177.

— — Einige Beobachtungen über holzzerstörende Insekten (Termiten und Käfer) in Guatemala. Z. angew. Entomol. **35** (1953) 339—373.

— — Beiträge zur Kenntnis der *Dendroctonus*-Arten in Guatemala. Z. angew. Entomol. **36** (1954) 20—61.

Beier, M.: Pseudoskorpione aus El Salvador und Guatemala. Senckenbergiana **34** (1953) 15—28.

Blackman, M. W. und Stage: On the succession of insects living in the bark and wood of dead, dying, and decaying Hickory. N. Y. State Coll. Forestry, Syracuse, Techn. Publ. **17** (1924).

Blackwelder, R. E.: Checklist of the Coleopterous insects of Mexico, Central America, the West Indies, and South America. U. S. Nat. Mus. Bull. 185, Part 1—5 (1944—47).

Blandford, W. F. H.: Fam. *Scolytidae.* In: Biol. Centr. Amer., Coleoptera, Vol. IV, Pt. 6 (1895) 81—298.

— — *Platypodidae.* In: Biol. Centr. Amer., Coleoptera, Vol. IV, Pt. 6 (1895—1907).

Chamberlain, W. J.: Bark-beetles infesting the Douglas fir. Oregon Agric. Expt. Sta., Corvallis, Bull. No. 147 (1918) 1—4.

Champion, G. C.: *Eucnemidae.* In: Biol. Centr. Amer., Coleoptera, Vol. III, Pt. 1 (1882—97).

— — *Tenebrionidae.* In: Biol. Centr. Amer., Coleoptera, Vol. IV, Pt. 1 (1886).

— — *Rhynchophora, Curculionidae.* In: Biol. Centr. Amer., Coleoptera, Vol. V, Pt. 7 (1909—1910).

Craighead, F. C.: Insect enemies of Eastern Forests. U. S. Dept. Agric., Misc. Publ. 657 (1950) 1—679.

de Leon, D.: An annotated list of parasites, predators, an other associated fauna of the Mountain Pine Beetle in Western White Pine and Lodgepole Pine. Canad. Entomol. **66** (1934) 51—61.

Derksen, W.: Die Succession der pterygoten Insekten im abgestorbenen Buchenholz. Z. Morphol. u. Ökol. d. Tiere **37** (1941) 683 — 734.

Eidmann, H.: Successionen westafrikanischer Holzinsekten. Mitt. Akad. Dtsch. Forstwiss. **1** (1943) 240—271.

Franz, E.: Neue Cerambyciden-Arten aus Guatemala. Z. angew. Entomol. (Im Druck.)

Gorham, H. St.: *Malacodermata.* In: Biol. Centr. Amer., Coleoptera, Vol. III, Pt. 2 (1880—1886).

Heqvist, K.-J.: Eine neue *Hylocurus*-Art aus Guatemala *(Col., Ipidae).* Entomol. Ts. **75** (1954) 8—9.

Holdridge, L. R., F. Bruce Lamb u. B. Mason, Jr.: Los Bosques de Guatemala. Turrialba, Costa Rica, 1950.

Ingles, L. G.: The succession of insects in tree trunks as shown by collections from the various stages of decay. J. Entomol. Zool. **25** (1933) 57—59.

Jung, W. und S. Schenkling: Coleopterorum Catalogus.

Keen, F. P.: Insect enemies of California pines and their natural control. Calif. Dept. Nat. Res., Div. Forestry, Bull. **7** (1928) 1—133.

— — Insect enemies of Western forests. U. S. Dept. Agric., Misc. Publ. 273, 2. Ed. (1952) 1—280.

Krogerus, R.: Beobachtungen über die Succession einiger Insektenbiozönosen in Fichtenstümpfen. Notul. Entomol. **7** (1927) 121—126.

Lewis, G.: *Histeridae.* Biol. Centr. Amer., Coleoptera, Vol. II, Pt. 1 (1887—1905).

Obenberger, J.: (In Vorbereitung.)

Ortega Cattaneo, H., J. Verduzco Guttienez u. a.: Plagas y enfermedades des Bosque de Chapultepec. Mexico 1951.

Perry Jn, J. P.: Pine Bark Beetles of Central Mexico. Unasylva **5** (1951) 158—165.

Reuter, O. M.: Monographia Anthocoridarum orbis terrestris. Helsingfors 1884.

Scheerpeltz, O.: Rindenbewohnende Staphyliniden aus Guatemala. Beitr. z. Entomol. **3** (1953) 600—610.
Schimitschek, E.: Forstentomologische Studien im Urwald Rotwald. Z. angew. Entomol. **34** (1952) 178—215, 513—542 u. **35** (1953) 1—54.
Schwerdtfeger, F.: *Buprestidae (Col.)* an *Pinus*-Arten in Guatemala. Z. angew. Entomol. **35** (1953) 164—167.
— — Informe al Gobierno de Guatemala sobre la Entomologia forestál de Guatemala Vol. I. Los Pinos de Guatemala. Rom (FAO) 1953.
— — *Curculionidae (Col.)* an *Pinus*-Arten in Guatemala. Z. angew. Entomol. **36** (1954) 178—184.
— — *Cerambycidae (Col.)* an *Pinus*-Arten in Guatemala. Z. angew. Entomol. (Im Druck.)
Sharp, D.: *Adephaga — Staphylinidae.* Biol. Centr. Amer., Coleoptera, Vol. I, Pt. 2 (1893) 1—824.
— — *Nitidulidae* (p. 265—387), *Colydiidae* (p. 443—497), *Cujucidae* (p. 499—562). Biol. Centr. Amer., Coleoptera, Vol. II, Pt. 1 (1894).
Sjöberg, O.: (im Druck)
Struble, G. R.: The biology of certain *Coleoptera* associated with bark beetles in Western Yellow Pine. Univ. Calif. Publ. Entomol. **5** (1930) 105—134.
Thatcher, T. O.: A new species of *Dendroctonus* from Guatemala. The Coleopt. Bull. **8** (1954) 3—6.
Voss, E.: Bemerkungen zu einigen in Guatemala gesammelten *Cossoninen.* Beitr. z. Entomol. **4** (1953) 611—615.
— — Eine in Guatemala aufgefundene *Pissodes*-Art. (Im Druck.)

Diese Untersuchung wurde im Rahmen einer Tätigkeit für die Food and Agriculture Organization der Vereinten Nationen (UN) durchgeführt und durch das Agricultur-Ministerium von Guatemala gefördert. Beiden Organisationen sei auch an dieser Stelle nochmals gedankt.

Aus dem Institut für Pflanzenkrankheiten der Universität Bonn
Direktor: Prof. Dr. H. Braun

Über die Lebensgewohnheiten der geflügelten Blattläuse (*Aphidina*) unter besonderer Berücksichtigung des Verhaltens beim Landen [1])

Von

V. Moericke, Bonn

Mit 12 Abbildungen

Inhalt: I. Einleitung S. 29. — II. Die Lebensgewohnheiten der Geflügelten S. 30. — A Allgemeine Übersicht S. 30. — B Methode S. 30. — C Die Vorabflugzeit und der Abflug S. 31. — D Der Distanzflug S. 33. — E Der Befallsflug S. 36. — A' Die einzelnen Phasen des Befallsflugs S. 36. — 1. Das Befallsfliegen S. 36. — a Allgemeine Beschreibung S. 36. — b Die Flughöhe S. 36. — c Der Einfluß von Wind, Temperatur, Feuchtigkeit und von Landereizen auf das Befallsfliegen S. 39. — 2. Der Landeflug S. 40. — a Allgemeines S. 40. — b Allgemeine Farbreize S. 42. — a' Die Größe der Farbfläche S. 42. — b' Die Bedeutung der Lichtintensität S. 47. — c' Das Landen auf senkrechten Flächen S. 48. — d' Gestreifte Flächen als Landereize S. 49. — e' Der Grünreiz im Sommer und Herbst S. 49. — f' Die Bedeutung von Ultraviolett (UV)- und Ultrarot (UR)-Remission bei den Gelbschalen S. 50. — g' Die Bedeutung von Farbton und Sättigung für die Landereizwirkung S. 51. — h' Die Bedeutung der Blattfarbe als Landereiz S. 54. — i' Die Bedeutung der Umgebung von Gelbschalen für den Einflug S. 57. — c Wirtspflanzenspezifische Landereize S. 65. — 3. Der vorübergehende Aufenthalt auf dem Landeplatz und das Probesaugen S. 70. — B' Der Befallsflug als Gesamterscheinung S. 70. — 1. Der Tagesgang und das abendliche Flugende S. 70. — 2. Das „Schwärmen" und „Tanzen" S. 71. — 3. Der Einfluß vom Lebensalter der Geflügelten, von Witterung und Nahrung S. 73. — 4. Das Landeverhalten und die Befallsflugdichte an verschiedenen Örtlichkeiten im Bereich natürlicher Bestände S. 75. — 5. Die Flugdichte im Verlauf des Jahres S. 76. — F Die Ansiedlung auf der Wirtspflanze und das Gebären von Jungen S. 80. — III. Besprechung der Ergebnisse S. 81. — Zusammenfassung S. 87. — Literaturverzeichnis S. 88.

I. Einleitung

Die Lebensgewohnheiten geflügelter Blattläuse sind in den letzten 20 Jahren eingehend untersucht worden (vgl. u. a. Davies 1932—38, Heinze 1938—49, Profft 1938—39, Moericke 1941—53, Broadbent 1948—53, Steudel 1949—53, Kennedy 1950—51, Rönnebeck 1950—52, Johnson 1950—52, Müller 1951—53 und deren Mitarbeiter). Das Ziel war dabei, Einblicke zu bekommen in Ursachen des Massenwechsels — bildet doch der Zuflug der Geflügelten zu einer Wirtspflanze und das Seßhaftwerden auf ihr den Ausgangspunkt jeder Population, ihr Abflug vielfach deren Ende —, Einblicke in Ursachen der Virusverseuchung eines Bestandes — sind doch die Geflügelten durch ihre Mobilität ein Hauptfaktor für die Virusausbreitung — und Einblicke in die Leistungsfähigkeit der Sinnes-

[1]) Für die großzügige Unterstützung dieser Arbeit danke ich dem Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten des Landes Nordrhein-Westfalen bestens.

organe, vor allem der Augen. Die vorliegende Arbeit will einen Überblick über das bisher Erarbeitete geben und durch neue Untersuchungen, im besonderen über das Landeverhalten, einen Beitrag zu der bis heute noch nicht geklärten Frage nach dem Auffinden der Wirtspflanze leisten.

II. Die Lebensgewohnheiten der Geflügelten

A Allgemeine Übersicht

Der Lebenslauf einer geflügelten Blattlaus läßt sich in vier Hauptabschnitte einteilen (Abb. 1): 1. in die Vorabflugzeit, die mit der Häutung beginnt und bis zum Abflug währt; 2. in den Distanzflug, der vielfach in ziemliche Höhe und über größere Entfernung führt und mit dem Sichherablassen oder Herabsinken in Bodennähe endet; 3. in den Befallsflug, der sich im Bodenbereich abspielt und der vorübergehende Landungen und Wiederaufflüge einschließt (s. MÜLLER und UNGER 1952 und mdl.) und 4. in die Ansiedlung, während der die Jungen geboren werden. Die Ansiedlung kann endgültig sein, oder es folgen erneute Abflüge und Ansiedlungen.

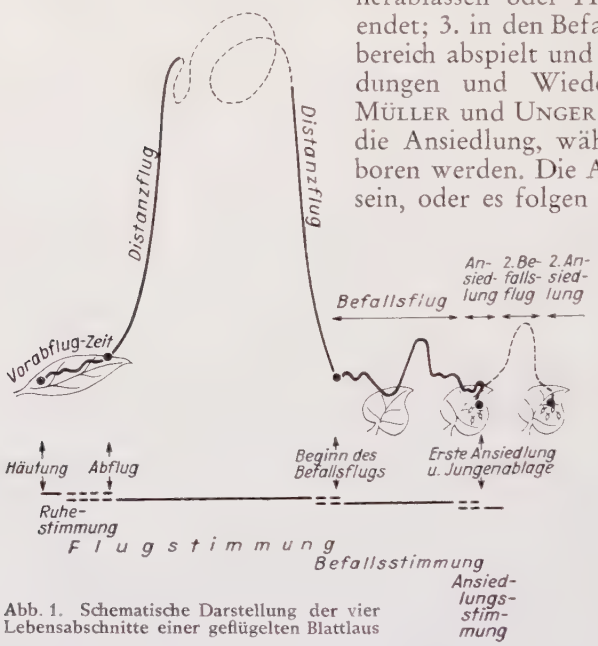

Abb. 1. Schematische Darstellung der vier Lebensabschnitte einer geflügelten Blattlaus

Während der einzelnen Abschnitte stehen die Tiere unter dem Einfluß von inneren und äußeren Faktoren; jene zeigen sich in Stimmungen, nämlich in der Ruhe-, Flug-, Befalls- und Ansiedlungsstimmung; diese können teils als Reize eine spezifische Reaktion (z. B. als gelbe Flächen das Landen) und vielleicht auch eine Umstimmung auslösen, teils wirken sie allgemein auf das Tier, ohne Zwischenschaltung eines Sinnesorgans (bzw. ohne daß ein solches bekannt ist), wie z. B. Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Wind.

B Methode

In den eigenen Untersuchungen wurden die Geflügelten im Freiland teils unmittelbar im Flug beobachtet, teils — zur quantitativen Erfassung — nach dem Zuflug zu verschiedenen Landeplätzen (Farbflächen, Pflanzen) laufend mit einer Federstahlpinzette abgelesen (wobei der Beobachter ständig hin- und herging, damit die Versuche durch ihn möglichst wenig und gleichmäßig beeinflußt wurden), teils in Farbwasserschalen gefangen (vgl. MOERICKE 1951), die selbsttätig arbeiten: die Tiere fliegen, je nach der Intensität des Farbreizes, in die Schale und können sich aus dem

Wasser, insbesondere wenn diesem ein Netzmittel („Pril" oder „Solvit-Neu") beigefügt ist, nicht mehr erheben. Zur Ermittlung der Flugdichte an verschiedenen Standorten und im Verlauf der Zeit dienten Gelbschalen (⌀ 22 cm oder 34×34 cm groß), die für viele Arten einen maximalen Landereiz darstellen.

Die Schalen wurden täglich oder, bei schwachem Flug, alle zwei bis drei Tage geleert, die Fangausbeute in Alkohol konserviert und — teilweise nach Arten getrennt — ausgezählt[1]).

Mit fliegenden Tieren im Gewächshaus einwandfreie Ergebnisse zu erzielen ist nicht gelungen. Die meisten Tiere streben hier nach dem Abflug hoch, so daß sie ihren Flug am Dach oder einer Seitenwand beenden. Dieses Hochfliegen nach jedem Abflug, das auch im Hungerzustand erfolgt, scheint nicht durch die besonderen Gewächshausverhältnisse, die in verschiedenster Weise abgewandelt wurden, bedingt zu sein, es zeigt sich vielmehr auch dann, wenn man im Freiland Geflügelte mit oder ohne Hungerpause abfliegen läßt oder wenn Tiere — selbst am Abend — nach einer Landung erneut starten. Trotzdem kommt es im Gewächshaus gelegentlich unter Bedingungen, die nicht zu ermitteln waren, zu Befallsflügen und zur Reaktion auf Landereize. So kann man in Gelbschalen deutlich bevorzugte Einflüge (z. B. 478 in Gelb gegenüber 91 in Grau) erzielen, aber die Ergebnisse werden verwischt durch wahlloses Landen, insbesondere nach einem eigenartigen „Zitterflug", einem Zittern und Trudeln, das die Tiere besonders dann zeigen, wenn sie beim Aufsteigen in eine wärmere Luftschicht geraten, die sich unter dem Dach angesammelt hat. (Ob solche Zitterflüge auch im Freiland von Bedeutung sind, ist noch nicht geklärt).

Im Freiland hat man den Vorteil der natürlichen Verhältnisse, dafür aber große Nachteile: Versuche können nur zur Flugzeit und an Flugtagen angesetzt werden und lassen sich deshalb oft nicht planmäßig aufbauen; man hat es immer mit einem Komplex von zahlreichen Blattlaus-Arten zu tun, der in seiner Zusammensetzung örtlich und zeitlich wechselt; vor allem aber beeinflussen zufällige Faktoren die Verteilung der Tiere und damit die Fangergebnisse.

Neben Beispielen guter Übereinstimmung der Fangzahlen bei gleichartigen benachbarten Schalen gab es solche mit starken Abweichungen. Um solche Schwankungen auszugleichen, wurden die Versuche mehrere Tage oder einige Wochen hindurch fortgesetzt, wobei die Standorte der einzelnen Fangflächen nach jedem Fang wechselten. (Eine mehrfache Wiederholung zu gleicher Zeit war aus technischen Gründen nicht immer möglich). So konnte man größere Unterschiede eindeutig ermitteln und statistisch (mit dem strengen Differenzverfahren nach der Formel

$$m_D = \sqrt{\frac{\sum D^2 - MD \cdot \sum D}{n\,(n-1)}}\,;\; t = \frac{MD}{m_D}$$

und Anwendung der Pätauschen t-Tafel) sichern. Feinere Reaktionsunterschiede sind dagegen unter diesen Verhältnissen i. a. nicht exakt faßbar.

Die Fangflächen standen meist in Höhe der Pflanzen, bei den Landereizversuchen auf einem Brachland oder Weg.

C Die Vorabflugzeit und der Abflug

Nach der Häutung zur Geflügelten setzt eine Ruhepause ein. Die Laus läuft kaum, sie saugt in der Nähe des Häutungsortes. Die Ruhestimmung wird nach Beobachtungen bei *Myzodes persicae* (Sulz.) weder durch günstige Flugbedingungen noch durch ungünstige Bedingungen wesentlich beeinflußt. So verharren die Tiere auch dann ruhig, wenn sie keine Nahrung

[1]) Meiner Mitarbeiterin Fräulein Karin Pick danke ich für die unermüdliche und gewissenhafte Hilfe herzlich.

aufnehmen können, z. B. im Freiland auf einem abgebrochenen Zweigstück, im Versuch auf einer Papierfläche. Bei *M. persicae* Sulz. dauert die Zeit bis zum Abflug nach BROADBENT (1949 a) bei 21° C 18 Stunden. Eigene Feststellungen deckten sich damit (bei 17° etwa 23, bei 25° 11 Stunden). Die Dauer der Vorabflugzeit wird von JOHNSON (1952 c, S. 544) als sehr variabel (2 bis 30 h) angegeben, was durch weitere Untersuchungen zu bestätigen wäre.

Die ersten Stunden nach der Häutung sind notwendig zur Erhärtung des Chitins. Doch kann dieser Vorgang nicht die ganze Zeit benötigen; wenigstens ist die Ausfärbung im wesentlichen nach 2 bis 5 Stunden beendet und andere Insekten sind nach dieser Zeit flugfähig. Die geflügelten Blattläuse sind vermutlich ebenfalls nach wenigen Stunden, soweit es Flügel und Flugmuskulatur betrifft, flugfähig, es besteht aber eine verhaltensmäßige Unfähigkeit für den Flug: sie sind noch nicht in Flugstimmung.

Gegen Ende der Zeit erwacht der Flugtrieb. Die Geflügelten werden unruhig und wandern umher. Jetzt erst können Außeneinflüsse wirksam werden und den Abflug beschleunigen: hungernde Tiere fliegen etwas früher ab als saugende; so war die Vorabflugzeit nach den bisherigen Versuchen bei hungernden *M. persicae* Sulz. um eine halbe bis eine Stunde verkürzt.

Die Vorgänge beim Abflug und seine Abhängigkeit von Außenbedingungen sind eingehend von MÜLLER und UNGER (1951/52) bei *Doralis fabae* (Scop.) untersucht worden; ältere und einzelne Untersuchungen liegen u. a. von DAVIES (1935, 1936), BROADBENT (1949 a), MOERICKE (1941) vor. Die Tiere begeben sich auf einen erhöhten Punkt der Pflanze, recken die Flügel, klinken die Hinterflügel in die Vorderflügel ein und erheben sich. Schon schwacher Wind verhindert den Abflug (Grenze für *M. persicae* Sulz. und *D. fabae* Scop. bei etwa 0,8 m/sek), desgleichen Dunkelheit und starke Dämmerung (*M. persicae* Sulz. beginnt im Labor bei einer Beleuchtungsstärke von 1 footcandle=12 Lx mit Abflügen, s. BROADBENT 1949 a, S. 52). Als untere Temperaturgrenze wurde bei *D. fabae* Scop. 17° C Blatt- bzw. 13 bis 16° C Lufttemperatur ermittelt (MÜLLER und UNGER 1951 a, S. 8); bei *M. persicae* Sulz. ergab sich im Labor 12,8° (BROADBENT 1949 a, S. 56, DAVIES 1935). Nach MÜLLER und UNGER (1951 b, S. 79—80) gibt es einen Optimalbereich der Abflugtemperatur bei 23 bis 30°, die obere Grenze liegt bei 34 bis 35°. Die Luftfeuchtigkeit spielt keine große Rolle: Abflüge finden bei 50 und bei 100 % statt; wohl aber erhöht der Wechsel zu trockener Luft die Abflugfreudigkeit, der zu feuchter mindert sie (BROADBENT 1949 a). Aus diesen Feststellungen ergibt sich für das Freiland: nachts herrscht (von Ausnahmen abgesehen) Flugruhe, die reifen Geflügelten stauen sich an. Am Morgen kommt es zu häufigen Abflügen, sobald es hell und warm genug ist, wobei die zu dieser Zeit vielfach herrschende Windstille sich günstig auswirkt. Den Tag über fliegen die Tiere entsprechend ihrer Flugreife ab. Über Mittag kann es jedoch zu heiß werden, außerdem ist es zu dieser Tageszeit an Strahlungstagen meist zu windig für den Abflug. Am späteren Nachmittag und gegen Abend herrschen wieder günstige Abflugbedingungen. Massenabflüge sind besonders an ruhigen Tagen, die auf eine Schlechtwetterperiode folgen, zu erwarten.

Nach den angeführten Mindesttemperaturen für den Abflug könnte man vermuten, daß an kühlen Herbsttagen mit einem Temperatur-

maximum von weniger als 13° C kein Flug herrsche und auch bei 1 bis 2° höherer Temperatur der Flug nur schwach sei. Das trifft nicht zu. So begannen etwa die Einflüge in Gelbschalen an 4 Tagen in der Zeit vom 15. Okt. bis 5. Nov. 1952 morgens zwischen 10 und 12 Uhr bei Lufttemperaturen von 10,0 bis 11,5° C. Zur Zeit der Abflüge mußte die Temperatur eher noch niedriger gewesen sein. *M. persicae* Sulz. und *D. fabae* Scop. waren dabei vertreten. 7,5 bis 10° C Lufttemperatur scheint die untere Grenze für alle Arten zu sein: am 15., 20. und 21. Okt. fingen sich um Mittag bei Temperaturmaxima von 9,9, 7,5 und 7,6° C nur einige *Drepanosiphon platanoidis* (Schrk.). Steigt die Tageshöchsttemperatur (gemessen in 2 m Höhe) im Herbst auf 11 bis 12,5° C an, so kann es schon zu ausgesprochenen Flugtagen kommen, wie am 14., 16., 17., 30. Oktober; im Herbst 1950 war ein außerordentlich starker Flug am 17. Okt. mit einem Temperaturmaximum von nur 15,5° C bei bedecktem Himmel. Bei so allgemeiner Flugtätigkeit möchte man annehmen, daß auch die Abflüge nicht etwa nur an besonders geschützten und warmen Stellen, sondern tatsächlich bei den angegebenen niedrigen Lufttemperaturen stattgefunden hatten. Die Temperatur der Startfläche war an Strahlungstagen zwar zweifellos wesentlich höher, doch treffen die angeführten Befunde auch für Tage mit bedecktem Himmel zu, so für den 14., 16. und 30. Okt. 1952. Müller und Unger (1951 a, S. 26) kamen jedoch zu anderen Ergebnissen, sie geben auch im Herbst als niedrigste Abflugtemperatur für *D. fabae* Scop. 15,5—17° C an; umgekehrt fing Johnson (1952 c, S. 530) auch im Sommer bei 7 bis 8° C in Saugfallen dicht über einem *Vicia*-Bestand geflügelte Läuse, woraus er auf Abflug bei tiefen Temperaturen schließt. Weitere Untersuchungen über die Abflugstemperatur bei verschiedenen Arten zu verschiedener Jahreszeit dürften zur Klärung der Widersprüche notwendig sein.

D Der Distanzflug

Mit dem geglückten Abflug beginnt der Distanzflug. Er wird beherrscht von der Flugstimmung. Weder optische Landereize — wie gelbe Flächen — noch irgendwelche Reize, die von der neuen Wirtspflanze ausgehen, werden beantwortet (Moericke 1941, Fenjves 1945, Müller 1951). Selbst Tiere, die sofort auf die neue Wirtspflanze gesetzt werden, fliegen vielfach nach kurzen Saugversuchen wieder ab. Die erste Strecke des Fluges geht meist steil hoch, bis das Tier in 3 bis 7 m Höhe den Augen entschwindet; manche Geflügelte bleiben zunächst etwas tiefer und wenden sich später erst aufwärts. Der Flug in die Höhe ist eine phototaktische Reaktion zum hellen Himmel, wobei es nicht nur auf die größte Intensität (Sonne), sondern auch auf die Ausdehnung der hellen Fläche (weiße Wolken) ankommt, wie das von anderen Insekten bekannt ist. Eine vom Licht unabhängige Tendenz, aufwärts zu fliegen, konnte im Laboratorium nicht nachgewiesen werden: bei seitlicher oder tief stehender Lichtquelle kommt es zu horizontalem oder Abwärtsflug. Vertikale Luftbewegungen spielen offenbar bei diesem Hochfliegen keine wesentliche Rolle; denn es zeigte sich unter den verschiedensten mikroklimatischen Bedingungen, zu jeder Tageszeit, im Freien wie im Gewächshaus. Horizontale Luftbewegungen, in die die Tiere kurz nach Abflug aus windgeschützter Stelle geraten, können diese erfassen und mitführen, vielfach wird aber der Flug unter solchem Einfluß sofort beendet.

Über den Flug, wie er sich nach den ersten Metern abspielt, sind bisher unmittelbare Beobachtungen nicht möglich gewesen, weil man die Tiere rasch aus dem Auge verliert. Bei Windstille wird er aktiv in eine gewisse Höhe und über eine größere Strecke, in Abhängigkeit von der Dauer der Flugstimmung, führen. Diese währte bei Migrantes von *M. persicae* Sulz., vom Pfirsich stammend, in Laborversuchen bei 24° Geflügelten 3—4 h; d. h. die Tiere, die sofort nach dem ersten Abflug und dann jede halbe Stunde auf Kartoffelblatt geprüft und nach Abflug in Glasröhrchen aufgehoben wurden, nahmen das Blatt erst nach 3—4 Stunden dauernd an und setzten Junge ab. Entsprechende Versuche mit Virginogenien im Sommer verliefen ganz anders: die Zeit streute von 0—10 und mehr Stunden; manche Geflügelte siedelten sich also nach ihrem ersten Abflug sofort auf der neuen Wirtspflanze an, während andere viele Stunden hindurch immer wieder aufflogen. Auch MÜLLER (1951, S. 175) fand, daß bei Virginogenien von *D. fabae* Scop. sich 20 % gleich nach dem ersten Abflug ansiedelten, weitere 20 % nach 2 h, manche erst nach mehr als 6 Stunden. — Bei Migrantes (*M. persicae* Sulz.) besteht also eine ausgesprochene, nach dem ersten Abflug noch mehrere Stunden andauernde Flugstimmung, so daß der Hauptwirt immer verlassen wird. Bei Virginogenien scheint die Flugstimmung nicht so eindeutig fixiert zu sein, der Flug kann zunächst ganz unterbleiben oder nur über kurze Strecke führen, so daß eine Ansiedlung mancher Geflügelten auf ihrer Mutter- oder einer Nachbarpflanze, insbesondere bei schlechten Fliegern oder langanhaltendem ungünstigem Flugwetter, möglich ist. Andere Geflügelte sind aber mehrere oder gar viele Stunden in Flugstimmung. Ob diese beim Fliegen im Freien ebenso lange anhält wie bei den Versuchstieren im Röhrchen, bleibt offen[1]). Wenn die Ermüdung durch den Flug (MÜLLER und UNGER 1952, S. 208) von Bedeutung ist, muß man mit einer Verkürzung der Flugstimmung rechnen.

In den meisten Fällen ist der Flug von einiger Höhe an nicht mehr rein aktiv, vielmehr werden die Geflügelten durch horizontale und vertikale Luftströme erfaßt und können in 1000, ja bis 4000 m Höhe gelangen und über Hunderte von Kilometern (nachgewiesen bis 1200 km) verschleppt werden (vgl. u. a. COAD 1931, ELTON 1925 und JOHNSON 1950—52). Es muß auf diese Weise eine fast gleichmäßige Verteilung und Artendurchmischung in der Luft stattfinden, zumal da in der Zeit von 8.30 bis 16.30 Uhr etwa 3/4 aller Geflügelten sich in einer Höhe von mehr als 3 m befinden (JOHNSON 1952 b, S. 430).

Die Flugdichte in der Luft zeigt einen ausgeprägten Tagesrhythmus. Dieser ist je nach der Höhe verschieden. Dicht über dem Boden ergab sich in Versuchen von MÜLLER und UNGER (1952, S. 510) und JOHNSON (1952 c, S. 528) eine zweigipflige Kurve; dabei handelte es sich aber nicht nur um Tiere, die den Distanzflug ausführten, sondern auch oder nur um solche im Befallsflug. Es soll deshalb erst später auf die Tageskurve eingegangen werden.

In größeren Höhen (15—600 m) zeigt sich um die Mittagsstunden oder erst am Nachmittag (14.30—16.30 Uhr) ein Maximum, während

[1]) Anm. bei der Korrektur: nach Br. JOHNSON (Nature **173,** 831, 1954) kann die Flugstimmung schon nach 20 Sekunden Flugzeit erlöschen.

in den Vormittagsstunden (8.30—10.30 Uhr) im Gegensatz zu Fängen in Bestandshöhe vielfach nur sehr wenig Tiere gefangen werden (JOHNSON 1951, S. 50). Aus diesen Befunden kann man folgendes schließen: Die Geflügelten, die am Morgen oder am frühen Vormittag abfliegen, bleiben meist in den unteren Luftschichten, sie gelangen — obwohl ihr Flug zunächst steil ansetzt — kaum bis in 15 m Höhe. Sie werden deshalb schon vielfach während der Vormittagsstunden nach Abklingen der Flugstimmung ihren Flug beenden. Im Verlauf des späteren Vormittags dagegen erreichen die in der Luft befindlichen Tiere vermutlich mit Aufwinden größere Höhen. Sie werden aus aerologischen Ursachen, auch wenn ihre Flugstimmung beendet ist, in diesen Höhen über Mittag gehalten. Das Tiefergehen wird ihnen an manchen Tagen schon am frühen Nachmittag ermöglicht, an anderen erst später; dabei sind absteigende Luftströmungen von Bedeutung (JOHNSON in litt.). Der Zeitpunkt hängt nicht von der Stimmung ab, sondern eben von den flugmechanischen Bedingungen in der Luft. Das Licht spielt dabei offensichtlich keine Rolle, sonst könnte es ja nicht schon am frühen Nachmittag, wenn es für den Flug sicher noch hell genug ist, zur Dichteabnahme in größeren Höhen kommen. Gegen Abend, vielfach schon in der frühen Dämmerung, sind die meisten Tiere dann bei Lichtverhältnissen, die ein Farbsehen noch gestatten, in Bodennähe, und zwar in einer von der Wirtspflanze unabhängigen Verteilung. Sie landen nun keineswegs sofort, sondern vollziehen hier ihren Befallsflug.

Die einzelnen Arten können, wie Saugfallenfänge ergaben, im Tagesgang Besonderheiten zeigen (EASTOP 1951). Manche fliegen schon in der Morgendämmerung (z. B. *Hyalopterus pruni* Geoffr. im Sommer ab 4 Uhr) oder noch bei Nacht (*Myzocallis coryli* Goetze) ab, andere erst ab 10 Uhr (*Brachycaudus helichrysi* Kalt.). Mitten in der Nacht wurden mehrere Arten (darunter *M. persicae* Sulz.) gefangen, aber nur dann, wenn sie am Vortage sehr häufig geflogen waren.

Die Flugdichte in der Luft hängt in erster Linie von der Häufigkeit der Abflüge und der Landungen ab und wird deshalb von den hier wirksamen Witterungsfaktoren beeinflußt. Man könnte daraus schließen, daß sie bei Windstärken über 1 m/sec gering wäre und bei stärkerem Wind auf Null herabsinke. Dem ist aber nicht so. Schon PROFFT (1939, S. 123) und BROADBENT (1946) fanden Anflüge an Leimtafeln bei etwa 16 m/sec, und JOHNSON (1952 c) konnte in seinen eingehenden Untersuchungen mit Saugfallen nur eine geringe Abhängigkeit vom Wind feststellen. Rund 90 % seiner gefangenen Tiere waren bei Windstärken über 3 mph (= 1,3 m/sec) geflogen; allerdings bezogen sich die Windmessungen auf eine Höhe von 12 m, die Saugfalle stand aber etwa 1 m hoch (60 cm über dem Bestand). JOHNSON vermutet einen Abflug auch bei größeren Windstärken unter dem Einfluß von hoher Populationsdichte. Ich möchte eher annehmen, daß die Tiere doch an windgeschützten Stellen oder in Windpausen abgeflogen sind und sich dann, da sie bei Wind nicht landen können, in der Luft häuften. Die Luft kann also auch bei windigem Wetter von Geflügelten erfüllt sein. Hält der Wind bis zur Dunkelheit an, so ist ein Befallsflug unmöglich und die Tiere werden wahllos, unter Umständen erst in der Nacht, landen.

E Der Befallsflug

Unter Befallsflug wird der Lebensabschnitt der Geflügelten verstanden, in dem eine geeignete Wirtspflanze an günstigem Standort aufgesucht wird. Es spielen sich in seinem Verlauf folgende Handlungen, u. U. mehrfach, ab: das Befallsfliegen, der Landeflug, das Landen mit vorübergehendem Aufenthalt und Probesaugen und manchmal ein Wiederaufflug. Die Untersuchungen über den Befallsflug beziehen sich teils auf diese einzelnen Phasen, teils auf die Gesamterscheinung. Es ist deshalb zweckmäßig, dementsprechend zu gliedern.

A' Die einzelnen Phasen des Befallsflugs

1. Das Befallsfliegen

a) Allgemeine Beschreibung

Die unmittelbare Beobachtung des Befallsfliegens zeigt, wie die Tiere ruhig, dicht über dem Boden pendelnd hin und her, hoch und nieder fliegen. Oft ist der Luftraum von geflügelten Läusen erfüllt. Verfolgt man einzelne Tiere, so zeigen sich Höhenamplituden von 10—20 cm. Zwischen dem Pendeln können größere Strecken gerade geflogen werden.

b) Die Flughöhe

Die Höhe, in der sich der sommerliche Befallsflug abspielt, wurde von MÜLLER und UNGER (1952) eingehend untersucht. Sie fanden für die Gesamtaphiden bei unbewachsenem Boden eine Bevorzugung der bodennahen Luftschicht. In 22 cm Höhe war die Flugdichte nur halb so groß wie unmittelbar über dem Boden, in 1,70 m $^1/_{10}$ (S. 212). Es ergaben sich Unterschiede bei den einzelnen Arten: *M. persicae* Sulz. hielt sich besonders tief, während *D. fabae* Scop. auch in 1,70 m Höhe in erheblichem Maße flog ($^1/_4$ so häufig wie unten). Die Untersuchungen von BROADBENT (1948 a, S. 387) sind hiermit nur eingeschränkt zu vergleichen, da sie mit der Leimtafelmethode gewonnen sind, die neben Geflügelten im Befallsflug auch solche im Distanzflug erfaßt. Er fing *M. persicae* Sulz. vor allem in 1,60 m Höhe, *D. fabae* Scop. ziemlich gleichmäßig verteilt von 0,2 bis 0,7 m und *Cavariella aegopodii* (Scop.) tief. Eigene kleine Sommeruntersuchungen mit Gelbschalen stehen in Einklang mit den Befunden von MÜLLER und UNGER.

Im Herbst liegen die Verhältnisse offenbar anders. Das zeigten schon im Herbst 1950 die ersten Fänge mit Gelbschalen, die in 80 cm Höhe sehr stark beflogen wurden. MÜLLER und UNGER fanden im Herbst den größten Anflug in 1,00—1,20 m Höhe (Brief v. 1. 5. 52). Auch aus den Leimfängen von BROADBENT (1948 a) geht hervor, daß im Herbst die Flugdichte in einiger Höhe besonders hoch ist. Der Frage wurde im Herbst 1952 näher nachgegangen.

Methode: Die Versuche liefen an 7 Tagen, zwischen dem 16. und 30. 10., im Institutsgarten an drei Stellen, a) inmitten einer Brachfläche bei über 10 m Abstand von Flughindernissen, b) 1 m neben einer 1,8 m hohen Ligusterhecke und c) in einem Winkel des Gartens bei 3—4 m Abstand zu höheren Bäumen bzw. Mauern. Zu jeder Stelle gehörten eine Schale in

80 cm, eine in 1,80 m Höhe, beide auf Pfählen stehend, und zwei Bodenschalen.

Eine Frage ist vorweg zu klären, nämlich ob die Anwendung der Gelbschalenmethode hier berechtigt ist, ob die Zahl der Anflüge wirklich ein Maß für die Flugdichte in der betreffenden Luftschicht abgibt. Es lassen sich wohl zwei Einwände dagegen erheben. Die Bodenschale wird besonders viel fangen, wenn ihre Reichweite so groß ist, daß sie Läuse auch noch im Bereich der anderen Schalen, also in 80 cm oder in 1,80 m Höhe anlockt, während die Höhenschalen keinen so großen mit Läusen erfüllten Luftraum über sich haben. Desgleichen könnte die untere Schale besonders viel fangen, da sie auf dem brachen Boden steht, der als Umgebung von Gelbschalen, im Gegensatz zu anderen Umgebungen, den Einflug immer begünstigt (s. S. 59). Diese Einwände bestehen jedoch nur dann zu Recht, wenn die untere Schale tatsächlich mehr fängt. Dies war aber meist nicht der Fall, und somit dürften die Einwände als entkräftet und die Methode als brauchbar angesehen werden.

Ergebnisse: Die Flugdichte der Gesamtaphiden war am Boden am geringsten (Abb. 2), in 80 cm Höhe war sie dreimal so hoch und blieb die gleiche in 1,80 m. Dieser Befund war im wesentlichen an allen drei Stellen (Abb. 3 links oben) gleich. Die Einzeldaten an den 7 Tagen schwankten zwar, doch darf man den Unterschied zwischen Boden und 80 cm bzw. 1,80 m für alle drei Stellen als gesichert annehmen (P = 0,03), obwohl an einem Tag die Bodenschale stärker beflogen war.

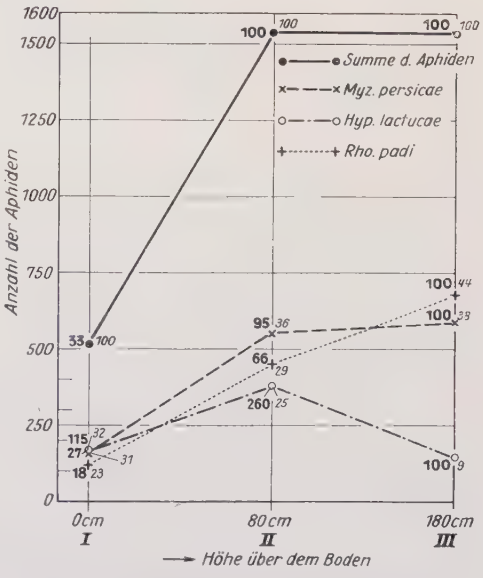

Abb. 2. Blattlausfänge in verschiedener Höhe (I—III über dem Boden. Zusammenfassung der Ergebnisse) von drei Stellen im Institutsgarten. Kursive Ziffern = % -Anteil an Gesamtaphiden, fette = % von Höhenschale (III) für jede Art. Bonn, 16.—30. 10. 1952

Die einzelnen Arten verhielten sich verschieden. *M. persicae* Sulz. (Abb. 2 u. 3) wich von den Gesamtaphiden wenig ab; auch sie fing sich in 80 cm Höhe im Durchschnitt 3mal so oft wie am Boden, was an allen drei Stellen zu beobachten war. Das Ergebnis ist statistisch gesichert (P = 0,0027). In 1,80 m Höhe erfolgte an einer Stelle eine weitere Zunahme, an den anderen eine kleine Abnahme, im Durchschnitt blieb die gleiche Höhe (Abb. 2). Ihr Anteil an den Gesamtaphiden war zwar an den einzelnen Stellen verschieden hoch, änderte sich aber mit der Höhe kaum (Abb. 2, jeweils rechte = kursive Zahlen).

Ein ganz anderes Bild zeigte *Hyperomyzus lactucae* L.[1]). Im Gesamtergebnis war die Schale in 80 cm Höhe bevorzugt (Abb. 2); nach unten

[1]) Für die Bestimmung bzw. Nachbestimmung der Arten spreche ich Mr. Hille Ris Lambers meinen herzlichsten Dank aus.

und oben nahm die Flugdichte ab. Die drei Stellen stimmten darin überein (Abb. 3, rechts unten). An den einzelnen Tagen ergaben sich jedoch beträchtliche Schwankungen bei den Schalen in 0 und 80 cm Höhe, so daß hier ein Unterschied nicht gesichert ist. Die Abnahme mit größerer Höhe (1,80 m) auf etwa die Hälfte war dagegen einheitlich; sie ist für jede Stelle statistisch gesichert (P = 0,001 bis 0,002).

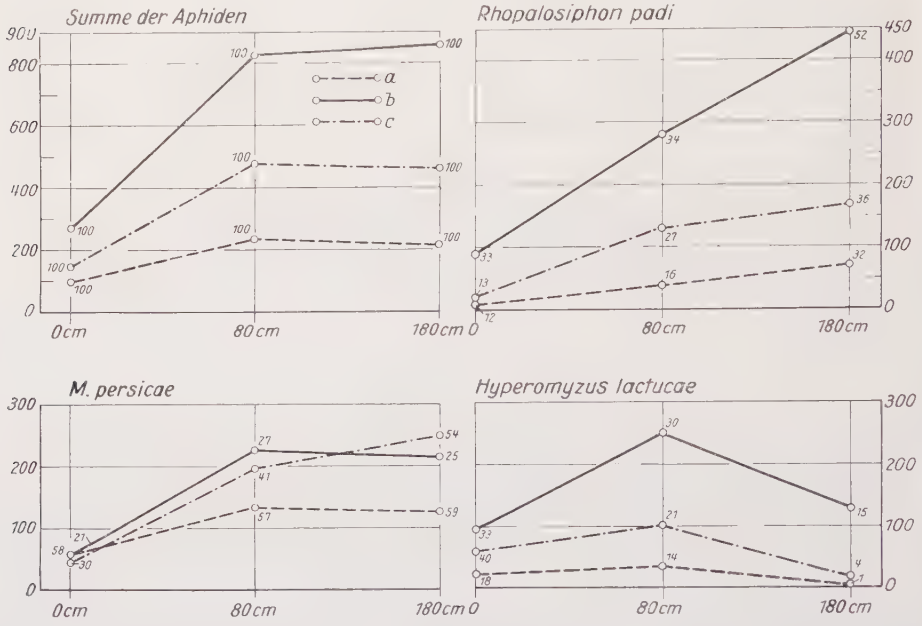

Abb. 3. Blattlausfänge in verschiedener Höhe über dem Boden. Vergleich der drei Fangstellen a, b, c im Garten. Kursive Ziffern = %-Anteil an Gesamtaphiden. Bonn, 16.—30. 10. 1952

Tabelle 1

Landungen von Blattläusen auf Gelbtüchern (1×1 m) in 10 und 200 cm Bodenhöhe. Bonn, 17. 10.—4. 11. 1952. Jede Zahl stellt die Summe von 6 bis 8, im Verlauf des Tages gewonnenen Einzelwerten dar

Dat.	Höhe in cm	Σ Aphiden	Myzodes persicae	Rhopalosiphon padi	Hyperomyzus lactucae
17/10	10	618	29	263	240
	200	705	74	491	79
18/10	10	282	5	181	38
	200	314	11	253	8
22/10	10	54	6	21	13
	200	38	8	28	4
4/11	10	332	42	59	186
	200	323	79	128	88
Σ	10	1286	82	524	477
	200	1380	172	900	179

Der Anteil von *H. lactucae* L. an den Gesamtaphiden nahm mit der Höhe stetig ab (Abb. 2, rechte Zahlen). Aus diesem Befund konnte auf eine andere, besonders hochfliegende Art geschlossen werden. Sie wurde in *Rhopalosiphon padi* L. gefunden. Diese nahm an allen drei Stellen mit der Höhe laufend zu (Abb. 3, rechts oben), so daß in 1,80 m 1,5 mal so viel Tiere gefangen wurden als in 80 cm Höhe und über 5mal so viel als auf dem Boden.

Ein anderes Verfahren, das laufende Absammeln gelandeter Tiere von gelben Tüchern (1×1 m) auf freier Fläche in 10 und 200 cm Höhe, sollte durch größere Fangwerte die Befunde sichern und durch etwa 2stündliche Serien etwaige Beziehungen zur Tageszeit und zu Witterungsdaten aufdecken. Die Gesamtergebnisse blieben im wesentlichen die gleichen (Tab. 1): an allen 4 Tagen flog *M. persicae* Sulz. in 2 m Höhe fast doppelt so stark wie unten. *Rh. padi* L. erwies sich ebenfalls wieder als Hochflieger, während *H. lactucae* L. dicht über dem Boden fast 3mal so häufig war als in der Höhe. Die Gesamtaphiden flogen in beiden Höhen etwa gleich stark.

Diese Befunde zeigten sich, von wenigen Ausnahmen abgesehen, zwischen 13 Uhr bis zum Flugende (nach 17 Uhr) in gleicher Weise. Die Unterschiede waren nicht durch Temperatur oder Luftfeuchtigkeit verursacht; denn diese waren bei vielen Messungen oben und unten nicht oder nur um 0,2° C bzw. 6 % verschieden.

Die Höhe, in der sich der Befallsflug abspielt, ist also im Sommer und Herbst verschieden; exakt nachgewiesen ist dies für die Art *M. persicae* Sulz., die im Sommer niedrig über dem Boden bleibt (Müller und Unger 1952), im Herbst dagegen einige Höhe (80 bis 200 cm) bevorzugt. Da die Höhenlage, die die einzelnen Arten im Herbst einhalten, zu jeder Tageszeit, an verschiedenen Tagen und in wechselndem Gelände, auf freier Fläche ebenso wie in der Nähe von Erhebungen, etwa die gleiche bleibt, darf man sie wohl als eine Arteigenschaft auffassen. Sie wird wenigstens in manchen Fällen mit der Höhe der Wirtspflanze in Zusammenhang stehen. *M. persicae* Sulz. und *Rh. padi* L. fliegen auf Bäume, *Hyperomyzus*-arten auf niedere Sträucher. Das Tiefffliegen im Sommer entspricht dagegen den niedrigen sommerlichen Wirten.

Die Herbstfänge wurden auch auf *Aleurodes brassicae* Wlk. ausgezählt. Diese Art fliegt vor allem tief (448 gegenüber 119 und 64 in den Hochschalen), was ebenfalls einen Zusammenhang mit der Höhe ihrer Wirtspflanze, dem Kohl, erkennen läßt.

Zu der Frage, welche Außenfaktoren die Flughöhe bestimmen, konnten Müller und Unger (1952) einen wichtigen Beitrag leisten. *M. persicae* Sulz. sucht immer Zonen mit höherer Luftfeuchtigkeit auf (bzw. landet hier), während *D. fabae* Scop. kaum solche Abhängigkeit zeigt. Es fragt sich allerdings, ob dieses Prinzip auch im Herbst die Höhenlage bestimmt. Die angeführten Beobachtungen sprechen nicht dafür, vermutlich kommen hier andere Reize hinzu; doch lassen sich dazu bisher keine Vermutungen äußern.

c) Der Einfluß von Wind, Temperatur, Feuchtigkeit und von Landereizen auf das Befallsfliegen

Das beschriebene ruhige Befallsfliegen kann nur bei Windstille oder sehr schwachem Wind (0,8 bis 1 m/sec) stattfinden. Die Tiere verhalten sich dabei aktiv, sie richten sich vielfach gegen eine schwache Luftströmung. Wie verhalten sich nun Geflügelte, die während des Befallsfluges in stärkeren Wind geraten, landen sie sofort, d. h. wahllos, oder lassen sie sich mitführen? Die erste Möglichkeit darf man ausschließen; denn ein Landen bei plötzlichem Windstoß ist den Tieren überhaupt nicht möglich, sie können höchstens angeweht werden; dann müßten sie aber viel häufiger

in Wasserschalen ohne Farbreiz erbeutet werden und man müßte solches Landen bei böigem Wetter unmittelbar beobachten können. Man kommt vielmehr zu der Annahme, daß die Tiere in der Luft bleiben und abgetrieben werden. Sobald der Wind abflaut oder sobald die Geflügelten in einen windstillen Raum gelangen, erscheinen sie erneut in der bodennahen Luftschicht und die Befallsflüge beginnen wieder. Dies läßt sich beobachten. So setzten an böigen Tagen (z. B. am 16. 7. 1952) Befallsflüge und Landungen bei Windstößen von etwa 7 m/sec aus und stellten sich nach deren Abflauen schon eine Minute später wieder ein.

Unter dem Einfluß bestimmter Temperatur und Luftfeuchtigkeit können die Geflügelten während des Befallsfliegens in eine gesteigerte Erregung geraten. Sie reagieren dabei in besonderer Weise auf Landereize, teilweise ohne zu landen, oder sie fliegen nach der Landung sofort wieder auf. Diese Erscheinung („Schwärmen") soll später näher behandelt werden (s. S. 71).

2. Der Landeflug

a) Allgemeines

Das Landen der Blattläuse ist normalerweise kein passiver Vorgang, die Tiere werden nicht angeweht, vielmehr fliegen sie aktiv den Landeplatz an (KENNEDY 1950 b, S. 423, MÜLLER und UNGER 1952, MOERICKE 1952). Dementsprechend kann es nur bei Windstille oder bei sehr geringer Windgeschwindigkeit stattfinden. Die Tiere landen auch dann, wenn die äußeren Bedingungen wie Temperatur, Licht und Feuchtigkeit günstig für Abflug oder Flug sind, ein deutliches Zeichen für die besondere Stimmung, in der eben Landereize mit der entsprechenden Reaktion beantwortet werden.

Welche Reize sind hier wirksam? Duftstoffe, die während des Fluges wahrgenommen werden könnten, waren bisher nicht sicher nachzuweisen (MÜLLER 1953 a). KENNEDY (1950 b, S. 424, und mdl.) nimmt eine allgemeine optische Orientierung an; aufrecht stehende Gegenstände, an denen die Tiere vorbeifliegen, also ein Wechsel von Hell und Dunkel, u. U. in Verbindung mit der dabei auftretenden Parallaxenverschiebung, sollen den Landereiz darstellen. Inzwischen konnten Farbreize nachgewiesen werden (DAS 1918, BROADBENT 1948 a, MOERICKE 1951). Reines Gelb erwies sich als besonders starker Reiz, daneben Orange, Gelbgrün und Grün, während Rot, Blau und Violett ebenso wie Weiß, Grau und Schwarz kaum oder nicht beantwortet werden. Je gesättigter der Farbton ist, desto größer die Reizwirkung. Die Farbe grüner Blätter stellt ebenfalls einen Landereiz dar; er ist jedoch im Vergleich zu Gelb, nach der bisher angewandten Methode beurteilt, schwach. Es bleibt die Frage offen: genügt der allgemeine Farbreiz Grün bei einzelnen Pflanzen und bei Pflanzenbeständen, um den Zuflug der Blattläuse zu erklären, oder kommen weitere Reize hinzu? Im Zusammenhang damit ist schließlich die Frage nach wirtsspezifischen Reizen, die zu einem bevorzugten Anflug auf der Wirtspflanze führen, neu gestellt. Dabei muß man, wie die Untersuchungen gezeigt haben, nicht nur an geruchliche, sondern auch an farbspezifische Reize denken. Dementsprechend wurde in neuen Versuchsserien der Farbreiz selbst, außerdem seine Umgebung und gleichzeitig wirkende allgemeine

Einflüsse in verschiedenster Weise abgewandelt und fernerhin der Zuflug zu natürlichen Blättern oder Pflanzen mit dem zu künstlichen Pflanzen aus verschiedenfarbigem Papier verglichen. Neben der Farbschalenmethode diente wiederum das laufende Ablesen von Geflügelten unmittelbar nach der Landung zur zahlenmäßigen Festlegung der Reizbeantwortung. Die Ergebnisse wurden für die Gesamtaphiden und für einzelne Arten ausgewertet. Der Besprechung der einzelnen Versuchsserien sei eine Beschreibung des allgemeinen Verlaufs des Landeflugs vorangestellt.

Der Landeflug läßt sich im Bereich von gelben Flächen und von grünen Pflanzen an guten Flugtagen leicht beobachten. Das Bild ist nicht einheitlich. Einmal fliegt eine Laus, von der Farbschale etwa 50 cm schräg hoch entfernt, geradewegs auf diese zu und landet hier. Ein anderes Tier fliegt in 20 cm Abstand über die Schale hin, 10 cm über diese hinaus, wendet, fliegt wieder über das Gelb und weiter, wendet wieder und landet auf Gelb. Manche Tiere fliegen über Gelb langsam und landen — wie in plötzlichem „Entschluß" — am Rande der Schale. In den meisten Fällen aber sieht man die fliegende Laus plötzlich nicht mehr in der Luft: sie ist blitzschnell in die Schale hinabgestürzt, sie „schießt auf den Landeplatz zu" (MÜLLER 1953 a). Als Folge dieses plötzlichen und unvermittelten Landens kommen die Tiere, wie sich besonders gegen Abend beobachten ließ, vielfach in Rückenlage auf dem Landeplatz (trockene Farbfläche oder Pflanze) an. Auch in diesem Fall ist es ein Landen auf den Farbreiz hin. Der Landeflug ist also immer, soweit es die Windverhältnisse erlauben, eine gerichtete Reaktion zur Reizquelle, die teils langsam, teils plötzlich erfolgt.

Aus der Abhängigkeit des Blattlausflugs vom Wind läßt sich auf Landungen schließen, die von einem Landereiz ausgelöst sind, aber die Reizquelle nicht erreichen. Solche Fehllandungen beobachteten MÜLLER und UNGER (1951 b, S. 83) bei Pflanzen. Zahlenmäßige Erhebungen wurden bei Gelbschalen von 22 cm Durchmesser gemacht, die in großen, ebenfalls mit Wasser gefüllten Wannen (45×45 cm) standen. Die Farbe dieser Außenwannen war, im Zusammenhang mit einer anderen Versuchsfrage, schwarz oder blau, also sicher ohne Reizwirkung. Das Ergebnis dieser Versuche zeigt Tab. 2. Die Fehllandungen erreichten, wie sich hier zeigt, im Durchschnitt etwa 50% der Landungen im Innern der Schale. Zwischen schwarzer und blauer Umgebung war kein durchgehender Unterschied. Der Prozentsatz schwankte zwar an den einzelnen Tagen, hielt sich aber, von Ausnahmen abgesehen, in mittlerer Größenordnung. Bei hellgrauer Umgebung erreichten die

Tabelle 2

Blattlausfänge in 22-cm-Gelbschalen (i) und verschiedenfarbigen Außenwannen (45×45 cm, a). I=1951, II=1952 a, III=1952 b

		i	a	$\frac{a}{i}100$
außen schwarz	I	202	90	44
	II	314	150	48
	III	175	78	45
	Σ	691	318	46
außen blau	I	111	85	76
	II	168	65	39
	III	194	66	34
	Σ	473	216	46
außen hellgrau	I	120	130	108
	II	143	118	82
	III	56	74	130
	Σ	319	322	100

Landungen im Außenbereich sogar die gleiche Häufigkeit wie innen. Hier handelte es sich allerdings offenbar nicht nur um Fehllandungen, vielmehr scheint dem Hellgrau unter gewissen Bedingungen eine schwache Reizwirkung zuzukommen.

Bei Gelbschalen von 4,8 cm Durchmesser (Tab. 5) betrug der Fang in hellgrauen Außenschalen von 8,8 cm Durchmesser 53 und 67 %, bei Innenschalen von 2,6 cm Durchmesser erhöhte sich der Prozentsatz (auf 96 % und mehr). Allerdings war hier wiederum eine Reizwirkung des Hellgrau deutlich, wie Fänge mit hellgrauen Innenschalen zeigten.

b) Allgemeine Farbreize

a' Die Größe der Farbfläche

Die Versuche mit verschieden großen Farbschalen gingen von den Fragen aus: kann man den Zuflug der Blattläuse zu jungen, sehr kleinen Pflanzen durch den Farbreiz erklären, welches ist die unterste Grenze, bei der eine Farbfläche noch als Reiz wirkt; kann man erhöhten Randbefall wie auf einem Feld auch auf künstlichen Farbflächen erzielen; nähert sich der an sich schwächere Grünreiz bei längerer Einwirkungsdauer, wie sie über größeren Flächen gegeben ist, der Wirkung des Gelbreizes?

Zunächst sei auf Versuche mit k l e i n e n Schalen eingegangen. Es wurden drei Größen (A, B, C = 8,8; 4,8 und 2,6 cm Durchmesser) verwendet. Der Innenanstrich war gelb (1,5 pa, Farbbezeichnung nach Ostwald[1])), grün (23 pf) bzw. hellgrau (c); außen waren die Schalen dunkelgrau gestrichen. Als Fangflüssigkeit diente Äthylenglykol, Wasser wäre zu rasch verdunstet. Die Versuche liefen in drei Serien in der Zeit vom 12. 5. — 19. 5., 23. 5. — 11. 6. und 17. 6. — 1. 7. 1952. Sie standen nur an ruhigen, im ganzen an 12 Tagen im Freien. In Serie I und II war die Größe A 2mal, B 5mal und C 8mal wiederholt, in Serie III 2-, 6- und 16mal. Damit standen die Gesamtfarbflächen der drei Größen im Verhältnis 1 : 0,77 : 0,35 (I und II) bzw. 1 : 0,93 : 0,7 (bei III). Der Abstand zwischen den Schalen betrug jeweils 50 cm. Zur Erfassung von Fehllandungen wurden in Serie II und III die mittleren und kleineren Schalen als Innenschalen in hellgrau gestrichene größere (8,8 cm) Außenschalen, die ebenfalls Fangflüssigkeit enthielten, gesetzt.

In Tab. 3 sind die Gesamtsummen der 3 Serien, für die B- und C-Schalen auf die Farbflächen von A umgerechnet, wiedergegeben. Tab. 4 gibt Werte einzelner Tage und Tab. 5 das Verhältnis von Innen- und Außenfängen an. Auszählungen von *Myzodes persicae* Sulz. sind in Tab. 6 wiedergegeben.

Die Ergebnisse waren, insbesondere an starken Flugtagen, eindrucksvoll: g e l b e Farbflächen von 8,8 cm Durchmesser erwiesen sich in jeder Serie, an allen 12 Tagen, als stark fängig (Tab. 3, Sp. 2, 7, 12). Das Ver-

[1]) OSTWALD legt 24 reine Farbtöne des Farbkreises fest, z. B. Nr. 1 = Gelb, Nr. 17 = Blau, Nr. 24 = Gelb mit Grünstich. Gelb 1,5 steht zwischen Gelb 1 und Goldgelb 2. Ein Farbton kann durch Weiß- oder Schwarzzusatz oder durch Zusatz von beidem verändert (weiß- oder schwarzverhüllt oder trüb) werden. Der Grad der Weißbeimischung wird durch den ersten Buchstaben hinter der Farbnummer ausgedrückt (p = ohne Weiß, a = reines Weiß), der Grad der Schwarzbeimischung durch einen zweiten Buchstaben (a = ohne Schwarz, p = reines Schwarz).

Tabelle 3

Blattlausfänge in Gelb-, Grün- und Grauschalen von 8,8 (A), 4,8 (B) und 2,6 (C) cm ⌀. B und C auf die Farbfläche von A berechnet. Drei Versuchsserien (I, II, III). Bonn 1952

Zeit	I: 12. 5.—19. 5. (5 Tage)					II: 23. 5.—11. 6. (3 Tage)					III: 17. 6.—1. 7. (4 Tage)				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	A	B	B/A · 100	C	C/A · 100	A	B	B/A · 100	C	C/A · 100	A	B	B/A · 100	C	C/A · 100
Schalen	○	○		○		○	○		○		○	○		○	
= ∅ cm	8,8	4,8		2,6											
gelb	178	153	**86**	69	**39**	282	104	**37**	20	**7**	3012	2032	**67**	562	**19**
grün.....	—[1])	—		—		42	9	**22**	11	**26**	917	137	**15**	23	**3**
hellgrau ..	0	6		9		9	5	(56)	8	(89)	12	14	(116)	22	(184)
hellgrau, % v. gelb	**0**	**4**		**13**		**3**	**5**		(40)		**0,4**	**0,7**		**4**	
hellgrau, % v. grün	—	—		—		**21**	(55)		(70)		**1**	**10**		(100)	

[1]) nicht aufgestellt

hältnis zu Grau entsprach früheren Befunden mit 22-cm-Schalen (Grau=0 bis 3 % von Gelb, s. MOERICKE 1952).

Für die gelbe Farbfläche von 4,8 cm Durchmesser gilt das Gleiche (Sp. 3, 8, 13). Grau erreichte bis 5 %. Die Fänge je Flächeneinheit blieben gegenüber der größeren Schale etwas zurück (37 bis 86 %).

Auch die gelben Zwergschalen (2,6 cm Durchmesser, Sp. 5, 10, 15) waren den grauen in den drei Serien (Grau 4, 13 und 40 % von Gelb) an jedem der 12 Fangtage überlegen. Statistisch gesichert sind die Unterschiede allerdings nur bei Serie I und III bzw. an guten Flugtagen. Bei besonders starkem Flug in den Abendstunden des 30. 6. ab 18 Uhr und den Morgenstunden des 1. 7. bis 9 Uhr fing eine gelbe Zwergschale im Durchschnitt 21 Tiere (Schwankungen unter den 16 Schalen von 12 bis 30), eine graue nur 0,7! Der Fang je Flächeneinheit nahm erwartungsgemäß gegenüber den größeren Schalen weiterhin ab (7 bis 39 % von Größe A, Tab. 3, Sp. 6, 11, 16). Dieser Prozentsatz zeigte an den einzelnen Tagen große Schwankungen; er nahm in der Versuchsserie III mit der Flugstärke von 1,8 auf 26 zu (Tab. 4), d. h. je günstiger das Flugwetter ist, desto stärker wirken sich kleine Farbflächen als Reize aus.

Tabelle 4

Blattlausfänge in Gelbschalen von 8,8 (A); 4,8 (B) und 2,6 (C) cm ⌀ an einzelnen Tagen. B und C auf die Farbfläche von A berechnet, als Relativzahlen. Bonn, 1952

Datum	A	$\frac{B}{A} \cdot 100$	$\frac{C}{A} \cdot 100$
	○ 8,8 cm	○ 4,8 cm	○ 2,6 cm
17. 6.	244	**41**	**1,8**
23. 6.	245	**51**	**1,8**
30. 6.	704	**47**	**11,2**
30. 6.–1. 7.	1819	**81**	**26**

Die 8,8 cm grünen Schalen hatten in Serie II und III eindeutige Reizwirkung (Grau 1 und 21 % von Grün), die Überlegenheit von Grün gegenüber Grau zeigte sich an allen Versuchstagen. 4,8 cm-Schalen wirkten nur bei starkem Flug als Reiz (Tab. 3, Sp. 13, Grau 10 %), bei schwächerem Flug war dieser nicht mehr deutlich (Sp. 8). Die grünen Zwergschalen (2,6 cm) unterschieden sich von den hellgrauen praktisch nicht, hatten also wie diese keine wesentliche Reizwirkung. Die hellgrauen Außenschalen er-

Tabelle 5

Blattlausfänge in gelben (1,5 pa), grünen (23 pg) und grauen (c) Innenschalen (4,8 und 2,6 cm ⌀) und durchweg grauen Außenschalen (8,8 cm ⌀), auf je fünf (II) bzw. sechs (III) Schalen berechnet. Bonn, 23. 5. bis 1. 7. 1952

		i = 4,8 cm			i = 2,6 cm		
		i	a	$\frac{a}{i} \cdot 100$	i	a	$\frac{a}{i} \cdot 100$
	1	2	3	4	5	6	7
II	gelb	81	54	**67**	4,5	24	**(530)**
	grün	7	14	**(200)**	2,5	12	**(480)**
	grau	4	12	**(300)**	2	9	**(450)**
III	gelb	1904	1017	**53**	147	142	**96**
	grün	118	100	**85**	6	64	**1070**
	grau	13	43	**330**	6	60	**1000**

hielten bei gelben Innenschalen als Folge von deren Farbreizwirkung starken Zuflug (Tab. 5, Sp. 3 u. 6). Bei grünen Innenschalen zeigte sich eine solche Wirkung nur bei starkem Flug (Serie III). Graue Außenschalen bei grauen Innenschalen waren im Gegensatz zu sonstigen Versuchen mit Grauschalen auffallend stark beflogen, ein Befund, der bis jetzt nicht deutbar ist. Eine Beeinträchtigung der gesamten Ergebnisse durch die grauen Außenschalen ist nicht anzunehmen, da die Serie I ohne Außenschalen stand und doch in ihren Ergebnissen mit den beiden anderen Serien im wesentlichen übereinstimmt.

Tabelle 6

Blattlausfänge in gelben (1,5 pa), grünen (23 pg) und grauen (c) Schalen von 8,8, 4,8 und 2,6 cm ⌀. B und C auf die Farbfläche von A berechnet. Auszählungen von *Myzodes persicae* im Vergleich zu den Gesamtaphiden. Bonn, 30. 6.—1. 7. 1952

	Gesamtaphiden (∑)					M. persicae					% M. pers. von ∑		
	A	B	B/A · 100	C	C/A · 100	A_1	B_1	B_1/A_1 · 100	C_1	C_1/A_1 · 100	A_1/A · 100	B_1/B · 100	C_1/C · 100
	○ 8,8	○ 4,8		○ 2,6		○	○		○		○	○	○
gelb .	1819	1475	**81**	475	**26**	787	450	**57**	93	**12**	*43*	*30*	*20*
grün .	711	90	**13**	17	**2,5**	478	25	**5**	13	**2,5**	*67*	*28*	*(76)*
grau .	9	10		14		9	7		11		*(100)*	*(70)*	*(79)*

M. persicae Sulz. (Tab. 6) flog zu den kleineren Schalen weniger stark zu als die Gesamtaphiden, sonst fügte sie sich in das gewonnene Bild ein.

Wie die Ergebnisse zeigen, liegt der Grenzwert, bei dem eine Farbfläche als Landereiz wirkt, für Gelb bei einer Fläche von weniger als 2,6 cm Durchmesser, für Grün bei etwa 5 cm. Bei Pflanzen entsprechender Größe kann man demnach ebenfalls mit einer Farbreizwirkung rechnen. Diese kann allerdings nur an guten Flugtagen in Erscheinung treten.

Zur Frage, wie die Reizwirkung und damit der Fang je Flächeneinheit von der Schalengröße abhängt, wurden 34×34 cm-Schalen mit runden 22 cm-Schalen verglichen (Tab. 7). Die größeren Schalen waren im Durchschnitt etwas fängiger als die kleineren, die bei Umrechnung auf gleiche Fläche 82 % von jenen erreichten. Das Ergebnis entspricht somit dem oben erwähnten mit kleineren Schalen. Die einzelnen Versuchstage zeigten Schwankungen, an drei von 13 Tagen war das Verhältnis umgekehrt.

Tabelle 7
Blattlausfänge in Gelbschalen verschiedener Größe an 13 Tagen in der Zeit vom 2. 10. bis 2. 11. 1951. c und d auf die Farbfläche von a berechnet

Schalengröße	a	b	c	d
	34 x 34 cm □	22 cm ∅ ○	b · 3,05	$\frac{c}{a} \cdot 100$
Σ Aphid.	3810	1042	3170	**82**
Myzodes persicae	169	52	158	**93**
Hyperomyzus lactucae	2335	495	1520	**65**

Versuche, in denen 22-cm-Schalen mit 43×43-cm-Schalen bei allerdings etwas abweichender Methode verglichen wurden, ließen erkennen, daß bei dieser Größe die Flächenintensität wieder abnehmen kann. Nimmt man die Ergebnisse aus dem Zwergschalenversuch dazu, so darf man wohl verallgemeinern: Bei Gelbflächen nimmt die Fangintensität, von sehr kleinen Flächen ausgehend bis etwa zur Größe von 34×34 cm zu, diese Größe dürfte die flächenintensivste sein; mit weiterer Größenzunahme nimmt der Fang je Fläche wieder ab. Auf die Ursachen soll später eingegangen werden.

Zur Frage des Randbefalls und einer Bedeutung der Reizdauer wurden Schalen ineinandergestellt, so daß Außen- und Innenfänge oder Außen-, Mittel- und Innenfänge getrennt ausgezählt werden konnten. Außerdem wurden Gelbschalen auf große Gelbflächen (Papiere oder Tücher) gestellt und mit Gelbschalen in anderer Umgebung verglichen.

Tabelle 8
Blattlausfänge in gleichfarbigen Innen- und Außenschalen. c und d auf die Fläche von a berechnet. III a = *M. persicae*

Fangzeit	Farbe		a	b	c	d
			Außenschale 43 x 43 cm	Innenschale 22 cm ∅ ○	b · 3,9	$\frac{c}{a} \cdot 100$
31. 5.—14. 6. 1951	gelb	I	460	109	425	**91**
	grün	II	261	61	240	**92**
15.—23. 5. 1952 ..	gelb	III	2123	373	1450	**68**
	gelb	III a	536	97	380	**71**
16.—17. 6. 1952 ...	gelb	IV	1021	120	470	**46**

Standen 22-cm-Gelbschalen in 43×43-cm-Gelbwannen (Tab. 8), so war der Fang je Flächeneinheit in den Innenschalen in allen Versuchsserien geringer als außen, der Prozentsatz schwankte zwischen 92 und 46. Grün (Tab. 8, II) zeigte keine Besonderheiten. Ähnliche Ergebnisse erbrachten Fänge in großen Wannen (70×70 cm), in denen Schalen von 34×34 cm und in diesen wiederum solche von 15 cm Durchmesser standen (Tab. 9). Die Mittelschalen erreichten im Durchschnitt etwa 70 % (56—82 bei Gelb, 65—94 bei Grün) der Fangintensität des 18 cm breiten Randes der Außenwanne; bei den Innenschalen ging dieser Wert bei Gelb nicht weiter zurück, wohl aber bei Grün (51 %). Diese Versuche lassen mithin einen besonders starken Anflug der Außenwannen, also der Randzone erkennen. Vergrößert man die Farbfläche weiter, so wird der erhöhte Randzuflug unmittelbar augenfällig: Auf liegenden Tüchern von 2,4×2,4 m

Größe war an guten Fangtagen im Herbst 1952 eine 10—20 cm breite Randzone von den gelandeten Geflügelten oft dicht bedeckt, während der Innenteil des Tuches nur vereinzelte Tiere aufwies. Hier zeigte sich also ein „Randbefall", der allein durch den Farbreiz hervorgerufen wurde. Die in der Literatur angegebenen Ursachen wie Windschutz, Leewirbel, Landen auf senkrechten Gegenständen oder ein „Auskämmen" der Luft spielten keine Rolle.

Bei der Beurteilung der Reizwirkung und damit der Fängigkeit einer Farbfläche je Flächeneinheit muß man wohl folgende Faktoren besonders in Betracht ziehen: Die kleinste Flächengröße, die noch Reizwirkung hat, die Landegenauigkeit, die „geometrische Randwirkung" und der Einfluß der Reizdauer auf die Landereaktion. Die kleinste Farbreizfläche wurde mit 2,6 (gelb) bzw. 5 (grün) cm Durchmesser ermittelt, spielt also in den Versuchen mit wesentlich größeren Schalen keine Rolle. Die Fehllandungen, die bei mittlerer Schalengröße etwa 50 % ausmachen, mit den Landebedingungen (Wind) aber stark schwanken, spielen sich im Bereich des Randes, also des Umfangs einer Schale ab. Sie müssen sich deshalb um so stärker auswirken, je größer der Umfang im Verhältnis zur Fläche, also je kleiner die Schale ist. Bei großen Schalen werden sie demnach eine geringere Rolle spielen. Der Fang je Flächeneinheit wird sich, von diesem Faktor her gesehen, mit der Schalengröße erhöhen. Die geometrische Randwirkung kommt dadurch zustande, daß die Tiere nicht von oben herab, gleichmäßig verteilt, senkrecht auf die Farbfläche zufliegen und landen, sondern mehr oder minder von der Seite her. Dadurch erhält der Rand, auf den die Tiere zunächst treffen oder zu dem sie, bei einer gewissen Reichweite der Farbreizwirkung, zunächst gelockt werden, erhöhten Anflug. Dieser Rand kann, wenn sich die Anflugrichtung im Laufe des Tages ändert, den ganzen Umfang einer Schale annehmen. Kleinere Farbflächen bestehen gewissermaßen nur aus Randzone, während bei größeren ein schwächer beflogener Innenraum entstehen muß; dadurch vermindert sich die Fangintensität der gesamten Fläche mit zunehmender Größe. Die Breite der Randzone hängt von der Landegenauigkeit, der Geschwindigkeit, womit der Landereiz beantwortet wird, und möglicherweise von einem Einfluß der Reizdauer ab: Ein länger anhaltender Reiz kann u. U. Tiere, bei denen ein kurzer Reiz die Landereaktion noch nicht auslöst, die vielleicht nicht in voller Landestimmung sind, zum Landen veranlassen; dies wäre insbesondere bei schwachen Reizen (grün) denkbar.

Die Ergebnisse mit verschiedenen Schalengrößen können nun so gedeutet werden: Bei geringen Größen wirken sich die Fehllandungen fangmindernd aus. Bei 34×34-cm-Schalen spielen diese keine große Rolle mehr; die ganze Fläche besteht fast nur aus stärker beflogenen Randzonen, so daß diese Größe am flächenintensivsten ist. Bei weiterer Größensteigerung nimmt infolge des weniger beflogenen Innenteils die Flächenintensität wieder ab. Die Breite der Randwirkung dürfte mithin 10—20 cm betragen, ein Wert, der mit der unmittelbaren Beobachtung übereinstimmt.

Eine Bedeutung der Reizdauer läßt sich aus dem Versuch mit 70×70-cm-Außen-, Mittel- und Innenschalen ablesen (Tab. 9): Wenn die Tiere auf der Innenschale, über die sie erst nach einem Flug von 27 cm breitem Außengelb oder -grün gelangten, noch mit 69 bzw. 51 % landen, so kann man dies wohl nicht auf Fehllandungen zurückführen, vielmehr

veranlaßte die längere Dauer des Reizes auch reaktionsträgere Tiere zum Landen. Der schwächere Grünreiz zeigte sich in diesem Versuch allerdings nicht, wie zunächst angenommen wurde, dem Gelb über-, sondern im Gegenteil unterlegen.

Im Hinblick auf die Ausgangsfragen dieses Kapitels kann man zusammenfassen: Auch kleine Pflanzen können schon durch ihre Farbe geflügelte Blattläuse zum Landen veranlassen; der Randbefall von Pflanzenbeständen kann wenigstens teilweise auf deren Farbreiz zurückgeführt werden; eine längere Reizdauer wirkt sich zwar aus; jedoch war bei dem an sich schwächeren Grünreiz keine besondere Wirkung nachweisbar.

Tabelle 9

Blattlausfänge in gleichfarbigen Außen (a)-, Mittel (b)- und Innen (c)-Schalen in je drei Fangserien (12.—24. 5. 1952) I, II, III = Gelb, IV, V, VI = Grün, b, c = Prozente von a bei Berechnung auf Flächengleichheit

	Außen	Mitte	Innen
	a	b %	c %
I	391	82	21
II	770	56	77
III	820	77	82
Σ gelb	1981	68	69
IV	170	69	48
V	256	65	56
VI	174	94	47
Σ grün	600	75	51

b' Die Bedeutung der Lichtintensität

Um Anhaltspunkte für die Bedeutung der Lichtintensität bei der Farblandereaktion zu gewinnen, wurden Messungen mit einem Luxmeter bei waagrecht nach oben gehaltenem Photoelement („S 60" von B. Lange) durchgeführt. Eine obere Begrenzung konnte nicht festgestellt werden. An sonnigen Hochsommertagen, wo 70 000 Lx nach dem blauen Himmel zu gemessen wurde, war der Anflug auf reines Gelb und die Unterscheidung von diesem gegenüber Weiß und Grau ebenso deutlich wie an trüben Tagen bei etwa 5000 Lx. Zur Ermittlung der unteren Grenze wurden die Anflüge auf gelbe, grüne (23 pg) und hellgraue Platten von 43×43 cm Größe, bei senkrechter und waagerechter Aufstellung, während der Dämmerungszeit an mehreren Tagen laufend gezählt. In Tab. 10 sind die Ergebnisse von 2 Tagen, an denen bei gleicher Uhrzeit etwa gleiche Helligkeit herrschte, aufgeführt. Gelb wurde bis zu einer Beleuchtungsstärke von 1 Lx beflogen und bis zu dieser Grenze vor hellem Grau bevorzugt. So

Tabelle 10

Landungen auf gelber, grüner (23 pg) und grauer (c) Fläche (43×43 cm) bei geringen Lichtintensitäten. ⊥ = Flächen senkrecht stehend; — = Flächen waagrecht stehend. 27. und 30. 6. 1952

Zeit	Lichtstärke [Lux]	a		b				c			
		27. 6.		27. 6.				30. 6.			
		⊥		—				—			
		gelb	grau	gelb	grün		grau	gelb	grün		grau
					abs.	% v. gelb			abs.	% v. gelb	
20^{45}–21^{00}	400—120	125	0	—	—		—	—	—		—
21^{00}–21^{10}	120— 50	35	0	20	4	(20)	0	44	20	46	0
21^{10}–21^{20}	50— 15	20	0	16	1	(6)	0	29	11	38	0
21^{20}–21^{36}	15— 1	0	0	1	0		0	12	1		1
Σ	400— 1	180	0	37	5		0	85	32		1

flog im Bereich von 400 bis 1 Lx neben insgesamt 302 Geflügelten auf Gelb nur eine auf Grau an. Diese Landung auf Grau erfolgte bei etwa 10 Lx. Bei etwa gleicher Lichtstärke wurden auch an anderen Tagen einzelne auf Grau Landende festgestellt, jedoch überwogen die auf Gelb immer bei weitem (so etwa am 7., 17. und 26. 7. 1952). Gelb wurde also bei diesen Intensitäten noch gesehen, von Unbunt unterschieden und mit Landung beantwortet. Die Landungen auf senkrechten Gelbflächen setzten etwas früher aus als auf waagrechten, offensichtlich deshalb, weil jene weniger hell waren als diese.

Bei grünen Flächen lag die unterste Grenze etwas höher als bei Gelb, bei etwa 15 Lx, was mit der geringeren Helligkeit leicht zu erklären ist. Von Weiß wurden diese ebenfalls eindeutig unterschieden. Die Geflügelten landen also auch am Abend keineswegs wahllos, sondern auf den Farbreiz hin.

Das Verhältnis von Grün zu Gelb lag bei 120—50 Lx zwischen 20 und 46 % und unterschied sich nicht wesentlich von dem am hellen Tag. Bei geringerer Intensität nahm der Prozentsatz erwartungsgemäß ab, wobei sich allerdings an den beiden Tagen große Verschiedenheiten zeigten (6—38 %). Es gab auch Fälle, wo schon bei größerer Lichtintensität gegen Abend das Verhältnis von gelben zu grünen Flächen zugunsten von jenen verschoben war; so fingen sich auf Grün am 27. 6. von 17.40 bis 18.35 Uhr bei 10 000 bis 7 500 Lx 22 % von Gelb, von 19 bis 20 Uhr bei 6 500 bis 2 300 Lx nur 13 %. Unter den Spätlandenden wurden folgende Arten festgestellt: *D. fabae* Scop., *M. persicae* Sulz., *Macrosiphon-*, *Hyperomyzus-* und *Capitophorus*-Arten.

c' Das Landen auf senkrechten Flächen

Die Versuche mit Farbwasserschalen waren insofern etwas einseitig, als die Farbfläche waagrecht lag, während natürliche Farbreize und natürliche Landeflächen, also Blätter, ja in den verschiedensten Ebenen stehen können. Es wurden deshalb in einigen Versuchen Landungen auf senkrechten Gelbflächen (34×52 cm) mit denen auf waagrechten bei laufendem Ablesen der Geflügelten verglichen. Die Ergebnisse sind in Tab. 11 zusammengestellt. Sie waren nicht einheitlich. An manchen Tagen überwogen die Landungen auf der einen, an anderen auf der anderen Fläche, jedoch erreichte die schwächere immer mindestens 25 % der stärkeren. Für das verschiedene Verhalten der Geflügelten war teilweise der Wind verantwortlich zu machen: Bei völliger Windstille war vielfach die waagrechte, bei sehr leichtem, kaum merkbarem Wind dagegen die senkrechte Fläche, und zwar die nach der Leeseite hin, bevorzugt. Das ist leicht verständlich, da die Tiere gegen den schwachen Windhauch dahinziehen und, wenn sie in den Bereich der senkrecht stehenden Gelbflächen kommen, ohne

Tabelle 11
Landungen geflügelter Blattläuse auf senkrechten und waagrechten Gelbflächen (34×52 cm). Sommer 1952

Datum	Zeit	senkrecht	waagrecht	
			abs.	% von ⊥
27. 6.	20^{00}—20^{35}	92	25	**27**
	20^{55}—21^{00}	42	10	**24**
	21^{00}—21^{25}	57	37	**65**
2. 7.	18^{35}—19^{15}	20	46	**230**
9. 7.	20^{05}—20^{20}	44	82	**190**
26. 7.	20^{05}—20^{25}	22	12	**(55)**
	20^{30}—20^{55}	10	11	**(110)**
30. 7.	13^{00}—13^{30}	4	14	**(350)**
	13^{40}—15^{40}	36	75	**210**
	16^{00}—17^{30}	40	85	**210**
Σ		367	397	**110**

Richtungsänderung landen können. Die Luvseite erhielt dann nahezu keinen Zuflug, während bei Windstille senkrechte gelbe Flächen in allen Richtungen etwa gleich stark beflogen wurden. Ein anderer Faktor war offensichtlich die Besonnung: War die senkrechte Fläche im Gegensatz zur waagrechten beschattet, so waren die Landungen vermindert. Eine eindeutige zahlenmäßige Erfassung dieser beiden Faktoren, zu denen vielleicht noch andere treten, war allerdings im Rahmen dieses Versuches nicht möglich. Immerhin steht fest: Man muß einerseits mit bevorzugten Landungen auf senkrechten Flächen rechnen, andererseits stellen diese aber keinen besonders starken Reiz dar, wie KENNEDY (1950 b, S. 423) vermutete.

d' Gestreifte Flächen als Landereize

Welche Bedeutung mögen Form und Anordnung der Farbflächen für ihren Reizwert besitzen? Diese Frage erhielt ein besonderes Gewicht durch die erwähnten Vermutungen von KENNEDY (s. S. 40), daß der Wechsel von Hell und Dunkel oder allgemein aufrechtstehende Gegenstände einen optischen Landereiz darstellten. Es erschien deshalb eine eingehendere Untersuchung dieser Frage notwendig. Einheitlich gestrichene Farbflächen (gelb, grün, weiß und schwarz) wurden mit gestreiften verglichen unter Abwandlung der Gesamtgröße (22-cm-, 34×34-cm- und 34×52-cm-Schalen), der Streifenbreite (1, 2, 3, 4 und 5 cm), der Farbe (gelb-schwarz, gelb-grün, grün-dunkelgrau und schwarz-weiß), der Aufstellung (waagrecht und senkrecht), der Fangzeit (Sommer und Herbst) und der Anordnung der Streifen (aufgemalt und plastisch, d. h. 0—5 cm über der einheitlichen Gelbfläche, so daß beim Flug über die Fläche hin eine Parallaxenverschiebung eintrat), außerdem mit und ohne Wasser. Der Gesamtergebnis dieser Versuche lautet: eine schwarz-farbig gestreifte Fläche ist niemals fängiger als eine einheitliche Farbfläche, vielmehr ist die Fängigkeit etwa halb so groß, was der Verkleinerung der Farbfläche entspricht, oder noch geringer.

Schwarz-weiße Streifung erzielte ebensowenig Landungen wie einheitliches Weiß. Auch grün-dunkelgraue Streifung, die dem Licht und Schattenwechsel bei Aufsicht auf eine Pflanze entsprechen sollte, erhielt nur schwachen Zuflug, z. B. in einer Fangserie vom 12. 5. bis zum 11. 6. 1952 auf 34×34-cm-Schalen 21 (bei 2 cm Streifenbreite) und 42 (bei 5 cm Streifenbreite) gegenüber 994 bei Gelb und 11 bei Schwarz-Weiß-Streifung. Bei den Versuchen mit plastisch angeordneten Streifen erzielte einheitliches Gelb 434, Gelb-Grün-Streifung 206, Gelb-Schwarz-Streifung 167 Einflüge. *M. persicae* Sulz. war dabei mit 29—33 %, *H. lactucae* L. mit 20—29 % beteiligt. Diese Ergebnisse stehen im Einklang mit den Befunden über die Bedeutung der Farbflächen-Größe: die Tiere reagieren offensichtlich auf die Stärke des Farbreizes, wofür die Fläche ein Maß ist, nicht aber auf eine bestimmte Form oder Größe.

e' Der Grünreiz im Sommer und Herbst

Das Verhältnis von Gelb- zum Grünreiz war nicht gleichbleibend. Es gab Tage, an denen ein bestimmtes Grün (23 pg) z. B. in einer Versuchsserie von Mai—Juni 1952, relativ viel fing (32 % von Gelb), an anderen Tagen dagegen weniger (15 %). Besonders auffällig waren die Unterschiede zwischen Sommer- und Herbstfängen: im Herbst war die Wirkung des Grünreizes durchweg um 10—30 % geringer als im Sommer. Diese Be-

obachtung konnte 1951 und 1952 gemacht werden; die Ursache der Verschiedenheiten kann in der artlichen Zusammensetzung der Fänge liegen, möglicherweise beeinflußt aber verschiedene Intensität oder Qualität des Lichtes die Reizwirkung. Auch wäre es denkbar, daß die Tiere im Sommer anders reagieren als im Herbst.

f' Die Bedeutung von Ultraviolett (UV)- und Ultrarot (UR)-Remission bei den Gelbschalen

Bei den bisher angeführten Untersuchungen über den Reizwert von Farbflächen wurden die Farben nach dem Farbempfinden und der Strahlenempfindlichkeit unseres eigenen Auges beurteilt. Es blieb die Frage nach einer etwaigen Bedeutung von uns nicht sichtbaren Strahlen offen. UV-Licht wird vom Gelb der Schalen deutlich (s. Abb. 4), UR trotz der 1—2 cm hohen Wasserschicht stark remittiert. Die Versuche zu dieser Frage liefen in drei Serien:

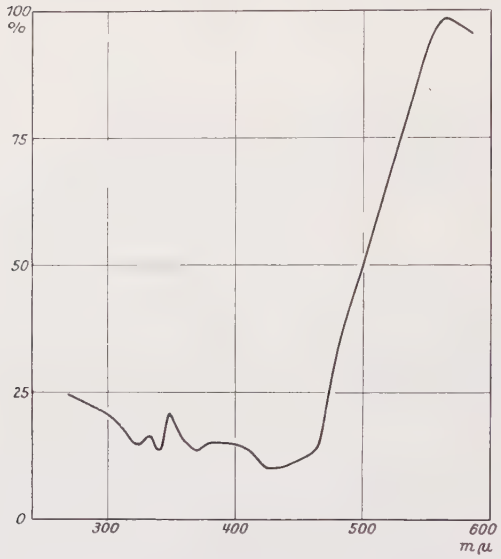

Abb. 4. Diffuse Rückstrahlung von „Blattlausgelb" (Chlorkautschuklack von Wörwag, Zuffenhausen) in % gegenüber der Rückstrahlung einer MgO-Fläche*)

1. Vergleich von 22-cm-Schalen mit Zinkweiß- (starke UV-Absorption) und mit Bleiweiß- (geringe UV-Absorption, s. Engländer 1941) Anstrich.

2. Vergleich von Fängen in Gelbschalen (10×10 cm) mit UV-absorbierendem (GG 3 von Schott), mit UR-absorbierendem (BG 17) Farbfilter und ohne solches; außerdem Vergleich von 22-cm-Gelbschalen, die mit 4×3 mm dicken Fensterglasscheiben bedeckt waren, mit Schalen ohne diese.

3. Vergleich von Schalen mit Salatblättern unter GG 3- bzw. BG 17-Filter.

Durch das leicht gelbliche GG 3-Filter besserte sich die Farbe für unser Auge etwas auf, der Farbton wurde reiner, durch das UR-Filter wurde das Gelb etwas getrübt.

Ergebnisse: Unterschiede zwischen Zink- und Bleiweiß ergaben sich nicht. Es wurden in beiden Schalen bei 13 Fangserien im Herbst 1951 je 9 Aphiden gefangen, während eine Gelbschale in dieser Zeit 1538 Aphiden fing. Bei den Gelbschalen mit Filtern (Tab. 12) ergaben sich nur geringe Unterschiede, die bei allerdings erheblichen Tagesschwankungen etwa dem uns sichtbaren Farbwert entsprachen: Das Gelb mit UV-absorbierendem Filter fing am meisten, das weniger reine Gelb mit UR-absorbierendem Filter am wenigsten. Nach diesen Befunden kommt also tatsächlich dem auch unserem Auge sichtbaren langwelligen Licht in einer Zu-

*) Für die Messungen danke ich den Herren Dozenten Dr. Kaiser und Dr. Nordmeyer, Institut für Spektrochemie und angew. Spektroskopie, Dortmund, herzlich.

sammensetzung, die uns „gelb" erscheint, bei den Gelbschalen die Hauptreizwirkung zu. Diese Feststellung gilt für die Gesamtaphiden und für *M. persicae* Sulz.; manche Arten mögen davon eine Ausnahme machen.

Der Vergleich von Gelbschalen ohne und mit dicker Fensterglasauflage fügte sich hier ein. Das Gelb mit Glas, bei dem eine UV-Remission wegfiel, fing in einer Fangserie vom 3.—20. 7. 1951 64 % von unbedecktem Gelb; diese Abnahme war zweifellos auf die auch unserem Auge sichtbare Abschwächung des Gelbs durch die mehrschichtige Bedeckung und kaum auf das Fehlen der UV-Strahlen zurückzuführen. *M. persicae* Sulz. fügte sich wieder ein.

Tabelle 12

Blattlausfänge in Gelbschalen (10×10 cm) bzw. Schalen mit Salatblättern (10×10 cm) mit UV-absorbierendem, UR-absorbierendem und ohne Filter. a, b = Wiederholungen. 19 bzw. 5 Fangtage, 12. 5.—27. 6. bzw. 3. 7.—8. 7. 1952

Filter	ohne		UV		UR		ohne	
	gelbe Fläche						hellgrau	
	a	b	a	b	a	b	a	b
Σ Aphid. ..	494	447	516	578	409	509	11	16
a + b	941		1094		918		27	
%	**100**		**116**		**98**		**3**	
Myzodes persicae ..	72	85	90	76	84	49	4	3
a + b	157		166		133		7	
%	**100**		**106**		**85**		**4**	
	gelb		Salatblattfläche				grau	
	a	b	a	b	a	b	a	b
Σ Aphid. ..	209	212	174	190	90	119	2	6
a + b	421		364		209		8	
%	—		**100**		**58**		—	
Myzodes persicae ..	63	80	83	82	37	45	1	2
a + b	143		165		82		3	
%	—		**100**		**50**		—	

Bei den Versuchen mit Salatblättern (Tab. 12) ergab sich im Gegensatz dazu ein recht deutlicher Einfluß des UR-Filters. Die Fänge gingen auf 58 % (Gesamtaphiden) bzw. 50 % (*M. persicae* Sulz.) zurück. Die Zahlen genügen nicht, um eine sichere Aussage machen zu können. Es erscheint aber als möglich, daß die UR-Remission der Blätter nicht ohne Bedeutung für die Landereizwirkung ist.

g' Die Bedeutung von Farbton und Sättigung für die Landereizwirkung

Nach den bisherigen Untersuchungen (Moericke 1952) zeigten Gelb vor allen anderen Farbtönen, insbesondere auch vor Gelbgrün, und eine gesättigte Farbe vor einer ungesättigten, also einer weiß- oder schwarzverhüllten oder trüben Farbe besonders starke Landereizwirkung. Dieser Befund bezieht sich auf die Reaktion einer Summe von Blattlausarten, wie sie sich in den Schalen im Freien fangen; aber auch einzelne Arten fügten sich dem Bilde ein. Man konnte wohl annehmen, daß das Gelb qualitativ von Grün zwar nicht unterschieden, aber infolge der höheren Lichtintensität, die gelbe gegenüber anderen Farbflächen haben, als besonders starker Reiz wirksam ist und daß eine gesättigte Farbe einen höheren Reizwert als eine ungesättigte besitzt, weil es sich eben um eine typische Farb- und nicht um eine Helligkeitsreaktion handelt.

In neuen Versuchsserien wurde der Frage nach der Bedeutung von Farbton und Sättigung unter Berücksichtigung möglichst vieler Blattlausarten nachgegangen. Ein Vergleich von einem Grün, das etwa dem von Kartoffel-

laub bei Aufsicht (23 pg) entspricht, und einem ziemlich dunklen Oliv (1 pi, also einem abgedunkelten Gelb) sollte zeigen, ob tatsächlich das Verhältnis von Gelb zu Grün bzw. zu Oliv für alle Arten und an verschiedenen Tagen gleich ist als Zeichen dafür, daß es nur auf den Intensitätsgrad der Farbfläche und nicht auf den Farbton ankommt. Im Sinne dieser Hypothese war folgendes zu erwarten: Wenn das Grün bei einer bestimmten Blattlausart 50 % von Gelb fing, das Oliv (da es dunkler war) z. B. 25 %, dann mußte eine andere Art entweder die gleichen Werte oder, falls sie etwa auf die Abnahme der Lichtintensität stärker reagiert, zum mindesten das gleiche Verhältnis, also etwa 30 % und 15 % zeigen. Entsprechendes gilt für Tage mit wechselnder Helligkeit.

Über die Bedeutung der Sättigung der Farbe sollten Versuche mit Gelbgrün (Ostwald Nr. 23) und Grünlichgelb (Nr. 24), die mit wechselnden Mengen von Schwarz und Weiß vermischt waren, Auskunft geben.

Methode: Für die Versuche wurden teils die üblichen Schalen, teils — im Zusammenhang mit anderen Fragen — künstliche Pflanzen, bestehend aus einem 20 cm langen Stab, an dem drei farbige Papierblätter (14 cm lang, 6 cm größte Breite) befestigt waren, angewendet. Hier wurden die Tiere laufend mit einer Uhrfederstahlpinzette abgelesen, was bei gutem Flugwetter genügend hohe Fangzahlen erbrachte. Die Papierblätter blieben in ihrer Farbe (Plaka-Farben von Günther Wagner) konstant, während die grünen Farben in den Schalen sich im Laufe der Versuche veränderten, eine Fehlerquelle, die sich nicht beheben ließ.

Die Versuche liefen über mehrere Tage hin, teils in 4 gleichen Serien an einem Standort, im lateinischen Quadrat angeordnet, teils waren einfache Fangserien (wobei u. U. eine besonders wichtig erscheinende Farbe wiederholt war) an verschiedenen Stellen im Garten des Instituts aufgestellt. Es zeigten sich erhebliche Schwankungen, die z. T. auf der Ungleichwertigkeit auch nahe nebeneinander liegender Schalenstandorte beruhen, z. T. mit geringer Flugstärke zusammenhängen. So konnte nur extremes Abweichen vom Normalverhalten gesichert werden, für andere Fälle ergaben sich Hinweise.

Neben den absoluten Zahlen sind in Tab. 13 zum Vergleich 2 verschiedene Prozentsätze gebildet: 1. wurden die einzelnen Arten für sich betrachtet, d. h. als ob jede Art allein geflogen wäre, und die Schale mit dem höchsten Flug (Gelb) für jede Art gleich 100 gesetzt; diese Zahlen (fett) sind bei genügenden Wiederholungen bzw. bei Gleichwertigkeit der Standorte der einzelnen Schalen am eindeutigsten. 2. wurde der prozentuale Anteil einer Art an der Summe der Gesamtaphiden bei jeder einzelnen Farbe ermittelt (kursiv). Dieser Anteil ist unabhängig von der absoluten Fängigkeit einer Schale und damit auch eines Schalenstandortes; er schwankt jedoch mit der wechselnden Flugstärke der einzelnen Blattlausarten und ist deshalb kein konstantes Maß.

Ergebnisse: Bei dem Vergleich von Gelb, Grün und Oliv flogen im Gesamtdurchschnitt („Summe Aphiden") in Grün 19 % und in Oliv 11 % von Gelb ein. Dieses durchschnittliche Verhalten zeigten auch einzelne Arten, insbesondere *M. persicae* Sulz.; andere Arten wichen davon ab; sie flogen entweder häufiger oder seltener in Grün, der Prozentsatz von 19 war also über- oder unterschritten. Der Einflug von Oliv wich dann meist gleichsinnig, in einzelnen Fällen gegensinnig ab. Die Ergebnisse ließen

sich noch nicht sichern, weshalb auf eine tabellarische Wiedergabe verzichtet ist. Man darf jedoch die folgenden Vermutungen äußern: Die Tatsache, daß Grün ein schwächerer Landereiz ist als Gelb, hängt wenigstens bei manchen Arten nicht mit dem anderen Farbton, sondern mit der geringen Lichtintensität einer grünen Fläche zusammen; denn abgedunkeltes Gelb (Oliv) wird entsprechend schwach beflogen. Bei anderen Arten scheint dies aber nicht der Fall zu sein, für sie mag auch der Farbton von Bedeutung sein. Das Verhalten gegenüber einem Reiz von geringer Intensität im Vergleich zu dem intensiveren Gelbreiz ist bei den einzelnen Arten verschieden: Bei einigen ist die Landereaktion wenig abgeschwächt, sie fliegen also z. B. grüne Flächen noch recht gut an, während andere Arten nur schwach reagieren.

Die Versuche mit Farben gleichen Farbtons, aber verschiedener Sättigung wurden begonnen, als sich gezeigt hatte, daß einzelne Arten eine besondere Verhaltensweise gegenüber trüben Farben besitzen. Die Ergebnisse sind in Tab. 13 und Abb. 7 zusammengefaßt. In die milchgrünen Schalen (23 ia) flogen im Gesamtdurchschnitt 42%, in die schwarzgrünen (23 pg) 28% von Gelb ein. Die einzelnen Arten verhielten sich verschieden: Manche fügten sich dem Durchschnitt einigermaßen ein, so *M. persicae* Sulz. und *Hayhurstia atriplicis* (L.), andere wichen davon in verschiedener Weise ab. Meist behielt gesättigtes Gelb zwar seine Vorrangstellung, jedoch unterschieden sich die Verhältniszahlen der ungesättigten grünen Farben. Sie konnten bei beiden über dem Durchschnitt (42 und 48 %) liegen (*Capitophorus carduinus* Wlk. und *hippophaes* Wlk.) oder nur bei einer, nämlich der schwärzlichen (*Brevicoryne brassicae* L.) oder der milchigen (*Hyalopterus pruni* Geoffr.). Bei anderen Arten waren sie besonders niedrig, so z. B. bei *Br. brassicae* L. (Milchgrün).

Tabelle 13

Blattlaus- und Blattflohfänge in gelben (1,5 pa), milchgrünen (23 ia) und schwärzlich-grünen (23 pg) 22-cm-Schalen. Gesamtsummen von fünf Versuchsserien vom 2.—19. 7. 1952

	Gelb	%	Milchgrün	%	Schwarzgrün	%
Gesamt-Aphiden	9757	*100*	4059	*100*	2695	*100*
%	**100**		**42**		**28**	
Myzodes persicae ...	4611	*47*	1837	*45*	1307	*48*
%	**100**		**40**		**28**	
Capitophorus spec. ..	256	*2,6*	150	*3,7*	311	*11,5*
%	**100**		**59**		**120**	
Brevicoryne brassicae	217	*2,2*	53	*1,3*	125	*4,6*
%	**100**		**25**		**57**	
Hayhurstia atriplicis .	132	*1,4*	51	*1,3*	56	*2,1*
%	**100**		**39**		**42**	
Hyalopterus pruni ...	32	*0,3*	88	*2,2*	11	*0,4*
%	**100**		**275**		**34**	
Blattflöhe	254	—	11	—	69	—
%	**100**		**4**		**27**	

Blattflöhe, insbesondere *Trioza nigricornis* Frst., wurden von Milchgrün kaum zum Landen veranlaßt.

In zwei Fällen wurde das Gelb in seiner Reizwirkung übertroffen von einer ungesättigten Farbe: Milchgrün lockte *Hyalopterus pruni* Geoffr. und Schwarzgrün die *Capitophorus*-Arten besonders stark zum Landen.

In den Versuchen mit künstlichen Blättern (Abb. 7) wurde Gelb mit trübem Gelbgrün (24 ne) und mit Graugrün (24 he) verglichen. Es ergab sich

wiederum für die meisten Arten die Vorrangstellung von Gelb. Gelbgrün und Graugrün waren entsprechend ihrer Trübe nur schwach (im Durchschnitt zu 35 und 15 %) beflogen, die einzelnen Arten zeigten keine auffälligen Unterschiede. Eine Ausnahme machte wiederum *H. pruni* Geoffr., sie flog das ungesättigte Graugrün weit häufiger als Gelb an. Diese Bevorzugung zeigte sich an allen Tagen in der Zeit vom 9. 7.—25. 7. 1952. Bei schwachem Flug war *H. pruni* Geoffr. oft die einzige Art, die das Graugrün beflog. Im gesamten wurden hier 52 Tiere abgesammelt gegenüber 22 auf Gelb, 17 auf Gelbgrün und 3 auf Kohlrübe. In einer anderen Versuchsserie flogen auf Graugrün 33, auf Gelbgrün 3 Tiere dieser Art. Ihr Anteil an den Gesamtläusen war bei Graugrün an allen Tagen hoch; er erreichte 34 % (52 von 152) gegenüber 2 % (22 von 1144) bei Gelb, 4 % (17 von 421) bei Gelbgrün und 2 % (3 von 166) bei Kohlrübe. Das Kohlrübenblatt muß also trotz seiner ähnlichen Farbe eine ganz andere Reizwirkung für *H. pruni* Geoffr. besitzen als das künstliche Graugrün. Im Gegensatz zur Kohlrübe wirkte die graugrüne Farbe von Irisblättern stark anlockend.

Überblickt man die Ergebnisse, so wird schon jetzt — obwohl die Versuche noch auf größerer Basis aufgebaut werden müssen — ein verschiedenartiges angeborenes Verhalten der einzelnen Arten gegenüber Farbton und Sättigung deutlich. Es werden manche Arten das Reaktionsmaximum mehr bei Gelb, andere mehr bei Grün, manche mehr bei gesättigten, andere mehr bei ungesättigten und unter diesen wiederum manche mehr bei weiß-, andere bei schwarzverhüllten Farben besitzen. Ja, man kann vermuten, daß auch andere optische Eindrücke, die wir etwa mit Schimmern, Glanz und Mattigkeit bezeichnen, von Bedeutung sein können.

b' Die Bedeutung der Blattfarbe als Landereiz

Die Landereizwirkung künstlicher grüner Farbflächen ließ eine ebensolche Wirkung der Farbe grüner Blätter erwarten. Dies ließ sich leicht nachweisen bei Schalen, die mit Blättern ausgelegt und mit Wasser gefüllt waren; sie wurden beflogen, und zwar umso stärker, je gesättigter die Farbe der Blätter war (MOERICKE 1952). Über einige weitere Versuche sei hier berichtet, wobei die artspezifische Anlockung der Blattfarbe noch außer Betracht bleiben soll. Von besonderem Interesse waren Salatblätter mit ihrer leuchtend grünen Farbe (etwa 24 pe), als Gegenstück dazu Weißkohl mit dem durch die Wachsschicht stark verhüllten Grün (23 kg), Rotkohl (12 ge und 22 ge), von dem man keine Reizwirkung erwarten konnte und schließlich ein Vergleich von jungen, gelblichgrünen und alten, dunkelgrünen (Ahorn), sowie von viruskranken und gesunden Blättern (Zuckerrübe) der gleichen Pflanzenart.

M e t h o d e : In früheren Versuchen waren Blätter in grauen 22-cm-Schalen unter Wasser mit Glasplatten bedeckt und diese an den Schalenrand angekittet worden, um eine etwaige Duftwirkung der Blätter auszuschalten. Es hatte sich beim Vergleich mit nicht eingekitteter Glasplatte und selbst bei Blättern im Wasser ohne Glas gezeigt, daß mit einer Duftwirkung nicht zu rechnen ist. Deshalb wurde auf den Kittrand verzichtet, ein Vergleich mit und ohne Glas sollte jedoch weiterhin geführt werden, um einen etwaigen Einfluß der Glasplatte festzustellen. Das Netzmittel („Pril") in der Fangflüssigkeit veränderte bei normaler Konzentration die Blattfarbe durch Benetzung der Wachsschicht. Es wurde deshalb

stärker als sonst verdünnt oder ganz weggelassen. So ergaben sich für jede Farbe bzw. Blattart 3 Schalen, eine mit Glas und Prilwasser, eine mit Glas und reinem Wasser und eine, in der die Blätter in reinem Wasser durch ein weitmaschiges grünfädiges Netz gehalten wurden. Hier kamen allerdings doch Blatteile über das Wasser, so daß manchen Tieren Startplätze zum Abflug geboten waren. Die Blätter wurden täglich erneuert und hielten sich für diese Zeit in ihrer natürlichen Färbung; nur stark vergilbungskranke Rübenblätter wurden rasch imbibiert und dadurch etwas farbschwächer, was sich im Fangergebnis jedoch wenig auswirkte. Als Vergleich für alle Versuche dienten wieder Gelb- und Grau-, z. T. auch Grün- (23 pa) Schalen. In Tab. 14 ist ein Teil des Versuchs als Beispiel für die im Freien vorkommenden Schwankungen ausführlich wiedergegeben. Abb. 5 bringt die Gesamtergebnisse. Die jeweils 15 Schalen

Tabelle 14

Blattlausfänge in Schalen mit Blättern und in Gelb-, Grün- und Grauschalen, dreifach wiederholt, zehn Fangtage. Prozentsätze auf Gelb bezogen. Sommer 1952. 1: Wasser mit „Pril“, Glasbedeckung. 2: Wasser ohne „Pril“, Fadennetzbedeckung. 3: Wasser ohne „Pril“, Glasbedeckung

Datum	Gelb				Grau				Salat				Rotkohl				Weißkohl				
	1	2	3	Σ	1	2	3	Σ % von Gelb	1	2	3	Σ % von Gelb	1	2	3	Σ % von Gelb	1	2	3	Σ	% von Gelb
25. 6.	256	393	513	1162	4	6	2	12 1	226	264	139	629 57	2	6	3	11 1	1	8	9	18	2
1. 7.	483	495	535	1513	4	8	4	16 1	16	28	76	120 8	5	0	3	8 0,5	33	59	4	96	6
10. 7.	184	241	212	637	2	0	2	4 0,5	64	71	65	200 31	1	5	2	8 1	4	8	5	17	3
	923	1129	1260	3312	10	14	8	32 1	306	363	280	949 29	8	11	8	27 1	38	75	18	131	4
17. 7.	142	67	119	328	0	0	0	0 0,5	23	21	32	76 23	1	0	1	2 1	4	2	9	15	5
22. 7.	88	69	81	238	0	1	0	1 0,5	39	51	27	117 49	1	0	0	1 0,5	5	3	0	8	3
24. 7.	32	31	32	95	1	0	1	2 2	6	5	8	19 20	0	1	0	1 1	5	3	4	12	13
	262	167	232	661	1	1	1	3 0,5	68	77	67	212 32	2	1	1	4 0,5	14	8	13	35	5
26. 7.	62	38	44	144	1	0	0	1 0,5	17	19	13	49 34	1	0	0	1 0,5	2	2	1	5	4
31. 7.	367	282	236	885	4	6	2	12 1	122	26	45	193 23	2	3	4	9 1	57	10	4	71	8
2. 8.	175	109	112	396	1	2	1	4 1	33	28	30	91 23	1	1	2	4 1	10	15	1	26	7
5. 8.	142	110	95	347	3	1	1	5 1	38	58	31	127 37	3	0	1	4 1	4	3	3	10	3
	746	539	487	1772	9	9	4	22 1	210	131	119	460 26	7	4	7	18 1	73	30	9	112	6
Gesamt Σ	1931	1835	1979	5745	20	24	13	57 1	584	571	466	1621 28	17	16	16	49 1	125	113	40	278	5
Einzelprozente von 1, 2, 3	100	100	100		1	1	1		30	31	24		1	1	1		7	6	2		

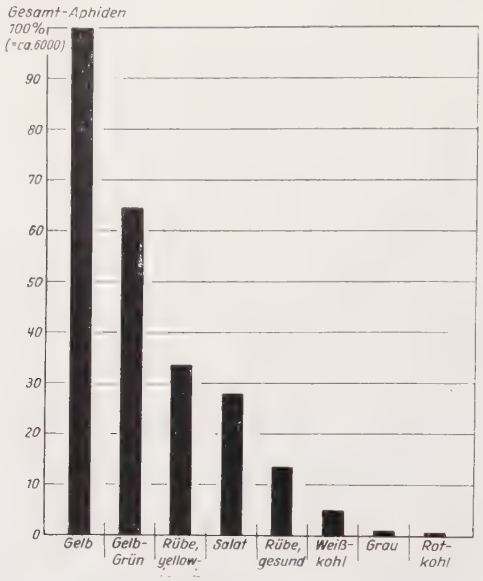

Abb. 5. Blattlausfänge in Schalen mit Blättern und in Gelb-, Grün- und Grauschalen. Gesamtergebnisse. (vgl. Tab. 15, 16). Sommer 1952

standen mit je 1,2 m Abstand gleichmäßig verteilt auf einer Brachfläche von 10×10 m im Institutsgarten.

Ergebnisse: Die Blattschalen wirkten mit einer Ausnahme (Rotkohl) alle als Farbreize (Tab. 14, Abb. 5), jedoch wesentlich schwächer als Gelbschalen. Der Einfluß der Reinheit der Farbe war deutlich: Yellowkranke gelb-grüne Rübenblätter (2 pc bis nc) fingen mit 34 % am meisten, dann folgte Salat (24 pe), während gesunde, dunkelgrüne Rübenblätter (22 ph) wesentlich weniger und Weißkohl (23 kg) nur geringen Zuflug erhielten. In diese Stufenfolge fügten sich auch weitere kleinere Versuche mit Rüben-, *Phaseolus*-, Kartoffel-, *Vicia*-, alten und jungen Ahornblättern ein.

Die Prüfung mit und ohne Netzmittel entschied sich zugunsten von jenem, die Gesamtsummen (alle „1"- bzw. alle „3"-Schalen) betrugen 8009 bzw. 6196. Man kann also bei Schalen mit reinem Wasser mit einem Entweichen von 25 % der eingeflogenen Tiere rechnen. Der Unterschied war bei der Summe der Farbschalen (6270 und 4769) und bei der Summe der Blattschalen (1739 und 1427) der gleiche. Er ist also im ganzen nicht darauf zurückzuführen, daß etwa das Netzmittel die Blattfarbe verändert hatte. Der Vergleich Glas- bzw. Fadennetzabdeckung der Blätter (beide mit reinem Wasser) ergab einen ungünstigen Einfluß der Glasscheibe (Gesamtdurchschnitt 1427 und 1601), der allerdings nicht allzu groß ist; er dürfte mit Absorption und Spiegelung des Glases und auch mit Auftreten nicht ganz vermeidbarer Luftblasen zusammenhängen.

Zu dem Versuch ist noch folgendes zu sagen: Salat gehört zu den Pflanzen, deren gesunde Blätter den stärksten natürlichen Farblandereiz besitzen. Es fingen sich im Durchschnitt fast 30 % von gesättigtem Gelb, erwartungsgemäß mehr als bei Buschbohnenblättern, die in früheren Versuchen (MOERICKE 1952) etwa 20 % erzielten. Der Prozentsatz schwankte an den einzelnen Tagen erheblich (8—54 %), was vor allem mit der Ungleichheit der Blätter zusammenhing; wenn man 3—4 Tage in Gruppen zusammenfaßt, so sind die Ergebnisse recht einheitlich. Innere Blätter mit ihrer wenig gefärbten blaßgelben Basis, die einmal (1. 7.) verwendet wurden, fingen nur wenig. Obgleich die Salatblätter im Farbton einem Gelb näher lagen als die Schalen mit Grünanstrich bei fast gleicher Sättigung, wurden die Werte von Grünschalen (Tab. 16 Durchschnitt 65 %) bei weitem nicht erreicht. Dies mochte damit zusammenhängen, daß bei grünen Schalen die Farbfläche in einer Ebene liegt, die Remission des Lichtes deshalb einheitlich ist, was für Blattschalen mit ihrer unregelmäßigen Fläche nicht zutrifft.

Die Ergebnisse von Weißkohl entsprechen früheren Befunden (Moericke 1952), die damals noch nicht gesichert waren: Der Reizwert ist gering, aber deutlich von Grau unterschieden (P für die Differenz Weißkohl — Grau = 0,003). Auffallend wenig fingen sich in der Schale mit Glasbedeckung ohne Netzmittel. Die Ursache mag in dem Standort der Schale zu suchen sein.

Die Schalen mit Rotkohl unterschieden sich an keinem Tag von Grau; solchen Blättern kann demnach, wenn sie, wie in den Schalen, nur Auflicht erhalten (und von einer 2—3 cm hohen Wasserschicht bedeckt sind), keine Landereizwirkung zugesprochen werden.

Der Zuflug zu Schalen mit yellowkranken Rübenblättern (2 pc — nc), deren Farbe teilweise dem Gelbanstrich recht nahe kam, überstieg noch denjenigen von Salatblättern, er erreichte einen Durchschnitt von 34 % von Gelb und schwankte mit den täglich neu eingelegten, in der Farbe wechselnden Blättern zwischen 27 und 57 %. Gesunde Rübenblätter (23 ph) hatten einen Durchschnitt von 13 % und erreichten auch maximal nur 21 %. Der Unterschied zwischen krank und gesund ist bei weitem gesichert. Der Vergleich von jungen und alten Blättern derselben Art ließ bei Ahorn große Unterschiede erwarten, weil sich hier die Farbe von Frisch-Olivgrün (24 ng) zu Schwarzgrün (23 pl) wandelt. Die Fangsumme von 2 kleinen Versuchsserien ergab im Sommer 1952 das Verhältnis von 146 zu 12.

Bei den Einflügen in die Blattschalen war die übliche Zahl von Blattlausarten beteiligt. Es handelte sich also zunächst um eine wirtspflanzenunspezifische Farbreaktion zahlreicher Arten, die von Farbton und Sättigung abhängig ist. Darüber hinaus zeigte sich, ähnlich wie bei den Versuchen mit Farbanstrichen, eine Differenzierung bei den einzelnen Arten. Diese trat insbesondere bei *Brevicoryne brassicae* L. hervor, die neben *M. persicae* Sulz. den Zuflug zu den Weißkohl-Schalen fast allein bestritt.

i' Die Bedeutung der Umgebung von Gelbschalen für den Einflug

Eine Bedeutung der Umgebung der Gelbschalen für deren Fängigkeit konnte als Folge von Farb- oder Helligkeitskontrastwirkung erwartet werden. Dann mußte die Reizwirkung und somit die Fängigkeit in blauer oder schwarzer Umgebung erhöht und in gelber, grüner oder weißer Umgebung, möglicherweise auch in grünem Pflanzenbestand, erniedrigt sein. Auf eine solche Kontrastwirkung ließ sich vielleicht der besonders starke Befall junger Pflanzen bei noch nicht geschlossenem Bestand zurückführen. Im Verlauf der Untersuchungen zeigte sich ein außerordentlicher Einfluß der Umgebung, teils in einem der Erwartung entgegengesetzten Sinne, so daß eine eingehende Bearbeitung begonnen wurde, zumal damit Einblicke in die Befallsverhältnisse im Freiland zu erhoffen waren.

Methode: Zunächst wurden 22-cm-Gelbschalen in ebenfalls mit Wasser gefüllten 43×43-cm-Wannen in Gelb, Grün, Blau, Schwarz und Weiß gestellt. Die Ergebnisse, über die früher kurz berichtet wurde (Moericke 1953), ließen die Bedeutung der Farbumgebung nicht klar erkennen. Vielleicht war die Farbumgebungsfläche zu klein oder es wirkte sich das Wasser darin ungünstig aus. Sie sollen hier nur in einigen Einzelheiten herangezogen werden. Um eine deutlichere Wirkung zu erzielen, wurde im Sommer 1952 Gelbwannen (52×34 cm) auf 2×3 m große

Papiere in Schwarz, Blau, Gelb und Weiß gestellt. Zum Anstrich der Papiere wurden Leimfarben, für Weiß das unbehandelte Papier (ein einfaches holzhaltiges Papier) verwendet. Die Papiere waren mit umgedrehten 22-cm-Schalen (in dunkelgrau) beschwert. Im Herbst 1952 wurde die Methode abgewandelt. Neben dem Papier in früherem Ausmaß kamen — der Haltbarkeit wegen — ungefärbte (weiße) und gefärbte Baumwolltücher (gelb, blau, schwarz, z. T. auch rot, braun und weiß mit schwarzen Tupfen) meist in trockenem, z. T. in nassem Zustand zur Anwendung, und zwar in zwei Größen (2,40×2,40 und 1,60×1,60 m). Die Tücher waren mit kleinen Pflöcken am Boden befestigt. Um den Vergleich zum Sommer herzustellen, wurden sie z. T. mit umgedrehten Schalen bedeckt. In einem Sonderversuch erhielt der Boden eine Auflage von weißem Sand oder er wurde mit weißem ($CaCO_3$) oder schwarzem Pulver bestreut, und zwar in solcher Dicke, daß eine einheitliche Farbwirkung entstand, die ursprüngliche Bodenfarbe aber doch noch, vielleicht zu 25 %, durchblickte.

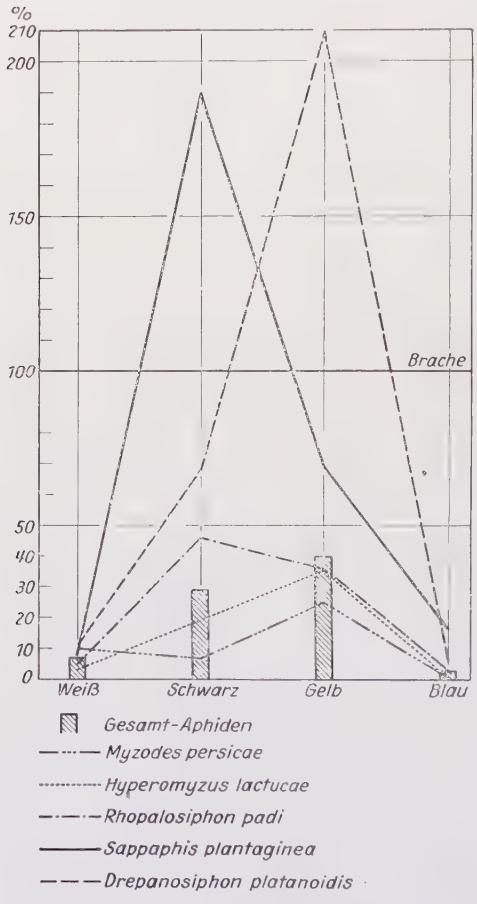

Abb. 6. Einflüge von Blattläusen in Gelbschalen mit verschiedenartiger Umgebung. Relative Zahlen, Werte von Brache als Umgebung = 100, Gesamtergebnisse (ohne „Pulver"). (vgl. Tab. 16)

Als Standardvergleich dienten im Herbst Schalen auf unkrautfreiem, brachem Boden, der teils aufgerauht, teils festgetreten war. In einem weiteren Versuch wurde die Fängigkeit von Gelbschalen auf Brache mit denen in einem Salatbestand verglichen. Bei der Auszählung wurden mehrere Arten berücksichtigt. In Tab. 15 sind wiederum zwei Vergleichszahlen angegeben, 1. ist der Wert von Gelb auf Weiß bei jeder Art gleich 100 gesetzt (fett), 2. ist der Anteil an den Gesamtläusen bei jeder Farbe berechnet (kursiv). In Tab. 16 sind die Fänge von Gelb auf verschiedenfarbigen Flächen (Zählerwerte) jeweils mit denen von Gelb auf Brache (Nennerwerte) verglichen. In Abb. 6 sind die Relativzahlen zusammengefaßt (ohne die z. T. stark abweichenden Werte von „Pulver") dargestellt. Diese haben für die einzelnen Arten, die verschieden stark flogen, unterschiedlichen Sicherheitsgrad. In Tab. 15 mußten die Zahlen für „Gelb", das nur kürzere Zeit stand, mit 2,16 vervielfacht werden; alle übrigen Zahlen sind, ebenso wie die in Tab. 16, tatsächlich erhaltene Werte; die „Nenner" der einzelnen Spalten decken sich z. T., da die „Bracheschalen" jeweils für mehrere „Farbschalen" gemeisam waren.

Tabelle 15

Einflüge von Blattläusen in Gelbwannen (52×34 cm), die von 2×3 m großen weißlichen, schwarzen, gelben oder blauen Papieren umgeben waren. Σ von acht Fangserien vom 30. 7.—12. 8. 1952

	Umgebung:							
	weiß		schwarz		gelb		blau	
	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%
Gesamt-Aphiden	604	*100*	431	*100*	65	*100*	42	*100*
%	**100**		**71**		**11**		**7**	
Myzodes persicae ...	223	*37*	66	*15*	37	*57*	9	*21*
%	**100**		**30**		**17**		**4**	
Capitophorus	35	*6*	12	*3*	0	*0*	4	*10*
%	**100**		**34**		**0**		**11**	
Hayhurstia atriplicis .	40	*6,5*	26	*6*	0	*0*	8	*19*
%	**100**		**65**		**0**		**20**	
Brevicoryne brassicae	20	*3,5*	28	*6,5*	0	*0*	2	*5*
%	**100**		**140**		**0**		**10**	

Ergebnisse: Im Sommer (Tab. 15) waren die Einflüge bei weißer Papierumgebung durchweg am stärksten. Schalen in Schwarz erreichten knapp ¾ davon; gelbe Umgebung minderte den Einflug etwa auf 10 %, blaue auf 7 %. Diese Werte sind z. T. abhängig von der jeweiligen Artzusammensetzung, denn die einzelnen Arten verhielten sich verschieden. So ist die Minderung bei Schwarz vor allem auf *M. persicae* Sulz. zurückzuführen, die hier nur 30 % von Weiß erzielte, was durch besonders starken Zuflug von *Brevicoryne brassicae* L. (140 % von Weiß) etwas ausgeglichen wurde. Bei gelber Umgebung fingen sich in der Schale keine *Capitophorus* spec., *Hayhurstia atriplicis* L. oder *Br. brassicae* L. Gegenüber blauer Umgebung verhielten sich die Arten, soweit es sich erkennen ließ, gleich.

Im Herbst (Tab. 16 u. Abb. 6) waren die Fänge auf Brache, für die vom Sommer keine Zahlen vorliegen, immer am höchsten. Gelb in Weiß war im Gegensatz zum Sommer schwach beflogen, es erreichte nur 7 % von Gelb auf Brache und kaum mehr als das Doppelte von Gelb in Blau (im Sommer das 14fache). Gelb in Schwarz erzielte 4mal so viele Einflüge wie in Weiß, aber auch nur knapp ⅓ von Brache. Gelb auf Gelbfläche hatte, ebenfalls im Unterschied zum Sommer, den höchsten Fang, d. h. es erreichte 40 % von Brache. Gelb in Blau war wie im Sommer schwach beflogen.

Die einzelnen Arten verhielten sich nicht gleich (Abb. 6). Weiß verminderte den Zuflug bei *M. persicae* Sulz. am wenigsten. Schwarz wirkte sich verschieden aus. Neben starker Hemmung bei *M. persicae* Sulz. (wie im Sommer) und *Hyperomyzus lactucae* L., schwächerer bei *Rhopalosiphon padi* L. und *Drepanosiphon platanoidis* Schrk. trat eine Förderung bei *Sappaphis ± plantaginea* ein. Diese Art war fast doppelt so häufig bei Gelb in Schwarz wie bei Gelb auf Brache. Bei gelber Umgebung zeigte vor allem *Drep. platanoidis* Schrk. eine Besonderheit (210 % von Brache). Bei Blau zeigte keine Art ein abweichendes Verhalten.

Bei Aufgliederung der Ergebnisse innerhalb der Farbe lassen sich weitere Einzelheiten erkennen (Tab. 16). Großes Tuch zeigte in allen Farben und für fast alle Arten die stärkste Minderung. Kleines Tuch minderte bei Weiß ebenso, bei Blau fast so stark wie das große; bei Schwarz und Gelb sind die Unterschiede zum großen Tuch bedeutender. Trotzdem bleibt eine Minderung gegenüber Brache bei den Gesamtblattläusen und bei den Arten

Tabelle 16
Einflüge von Blattläusen in Gelbschalen mit verschiedenfarbiger Umgebung (Zählerwert) im Vergleich zu Einflügen in Gelbschalen mit Brache als Umgebung (Nennerwert). Bonn, 14. 10.—30. 10. 1952

	Weiß						
	großes Tuch	kleines Tuch	Papier	Tuch naß	Tuch gefleckt	Tuch m. Schalen	Pulver
Gesamt-Aphiden ..	9/311	7/339	45/246	18/169	4/39	11/222	36/206
Myzodes persicae .	0/97	3/110	27/51	7/51	0/11	1/58	14/62
Hyperomyzus lactucae	1/99	0/100	7/84	2/34	1/18	1/86	13/80
Rhopalosiphon padi	4/93	1/91	5/65	5/70	1/8	2/53	2/24
Sappaphis plantaginea	0/8	0/2	1/9	1/1	0/1	1/6	1/5
Drepanosiphon platanoidis	0/5	1/7	1/7	1/4	0/0	0/5	1/8

	Schwarz						
Gesamt-Aphiden ..	68/311	102/339	93/246	35/131	—	—	102/206
Myzodes persicae ..	6/97	8/110	5/51	2/48	—	—	11/62
Hyperomyzus lactucae	4/99	14/100	26/84	20/48	—	—	95/80
Rhopalosiphon padi	38/93	53/91	26/65	4/13	—	—	16/24
Sappaphis plantaginea	9/8	5/2	22/9	0/0	—	—	8/5
Drepanosiphon platanoidis	3/5	10/7	1/7	1/3	—	—	7/8

	Blau			Gelb		
	großes Tuch	kleines Tuch	Papier	großes Tuch	kleines Tuch	Papier
Gesamt-Aphiden ..	3/288	8/208	8/204	63/288	114/208	103/204
Myzodes persicae ..	1/93	2/62	0/47	8/93	7/62	35/47
Hyperomyzus lactucae	0/87	0/52	1/72	17/87	35/52	22/72
Rhopalosiphon padi	0/87	5/78	1/59	15/87	52/78	13/59
Sappaphis plantaginea	0/5	2/2	0/5	5/5	2/2	2/6
Drepanosiphon platanoidis	0/5	0/4	1/7	9/5	9/4	16/7

M. persicae Sulz., *Rhop. padi* L. und *Hyp. lactucae* L. auch bei kleinem Tuch erhalten. Bei *Drep. platanoidis* Schrk. und *Sapp.* ± *plantaginea* hatte das kleine Tuch stärkeren Einfluß als das große.

Auffallend waren die Befunde bei Papier. Es minderte trotz etwa gleicher Größe, von Blau abgesehen, weniger als großes Tuch, bei Weiß stieg *M. persicae* Sulz. sogar auf über 50 % von Brache an, näherte sich also dem Sommerergebnis, ja die Bevorzugung von Gelb in Weiß gegenüber Gelb in Schwarz bei dieser Art ist nur auf die Werte von „Papier" zurückzuführen. Bei Schwarz wirkte Papier besonders fördernd auf den Einflug von *Sapp.* ± *plantaginea*, dagegen nicht von *Rh. padi* L., bei Gelb von *M. persicae*, was hier dem Sommerergebnis entspricht.

Die Zahlen für nasses Tuch sind nur klein. Eine wesentliche Bedeutung scheint die erhöhte Luftfeuchtigkeit, die mit der Durchtränkung des Tuches erreicht wird, bzw. die Temperaturminderung nicht zu besitzen. Weißes Tuch mit schwarzen Flecken oder mit Schalen bedeckt unterschied sich wenig vom einheitlich weißen. Von besonderem Interesse

sind die Befunde bei Boden mit schwarzem oder weißem Pulver. Die Zahlen der Gesamtaphiden sind beide Male gegenüber Brache gemindert, wenn auch nicht so stark wie bei Tüchern entsprechender Farbe. Bei weißem Pulver fügen sich alle Arten in den Befund; bei schwarzem ergaben sich aber große Verschiedenheiten: *Hyp. lactucae* L., sonst bei Schwarz meist unter dem Durchschnitt der Aphiden liegend, nimmt so zu, daß sie den Wert von Brache übersteigt (116 %). Dagegen fielen die beiden Arten *Sapp.* ± *plantaginea* und *Drep. platanoides* Schrk. im Vergleich zu Papier stark ab.

Gelbschalen auf dunkelbraunem, dunkelolivem und rotem Tuch fingen ziemlich wenig: die Werte von Brache wurden in keinem Fall auch nur annähernd erreicht (Zahlen für Gesamtaphiden 30 bzw. 15 und 17 %), vielmehr lagen sie etwa bei denen von Schwarz oder noch darunter. Die einzelnen Arten zeigten keine Besonderheiten. Weißer Sand als Umgebung der Gelbschalen wirkte sich wie weißes Tuch aus: der Zuflug erreichte nur 8 % von Brache, ohne daß eine Art, soweit erkennbar, wesentlich abwich. Schalen auf festgetretenem und aufgelockertem Boden fingen in einem kleinen Versuch etwa gleich viel (28 gegenüber 25).

Schalen in einem geschlossenen Salatbestand erhielten wesentlich weniger Zuflug als Schalen auf einer benachbarten Brachfläche. So fingen sich in vier Schalen im Salat am 14./15. 5. 1952 zusammen 11 Geflügelte, in ebensoviel Schalen auf Brache 70. In den folgenden Tagen ging der Unterschied zurück: 244 gegenüber 499 (15. bis 19. 5.); 74 gegenüber 85 (19. bis 21. 5.). Dies stand offensichtlich in Zusammenhang mit der fortschreitenden Salaternte und der damit verbundenen Auflockerung des einheitlichen Bestandes.

Die wichtigsten Ergebnisse seien kurz zusammengestellt:

1. Gelb auf Brache hatte im Herbst meist den stärksten Zuflug, auch viel stärkeren als auf braunem, etwa erdfarbenem Tuch. Ausnahmen machten *Sapp.* ± *plantaginea* bei schwarzer, *Hyp. lactucae* L. bei schwarzpulvriger und *Drep. platanoidis* Schrk. bei gelber Umgebung.

2. Gelb auf Blau war immer und von allen Arten nur schwach beflogen.

3. Gelb auf Weiß erzielte im Sommer (holzhaltiges Papier) verhältnismäßig starken Einflug, besonders auffallend von *M. persicae* Sulz., im Herbst dagegen (Tuch, Papier oder weißer Sand) sehr wenig. Ausnahmen: *M. persicae* Sulz. war bei weißem Papier auch im Herbst häufig.

4. Gelb auf Schwarz war im Sommer schwächer, im Herbst stärker fängig als auf Weiß (außer *M. persicae* Sulz., bei weißem Papier), aber schwächer als auf Brache (außer *Sapp.* ± *plantaginea*). Gelb auf schwarzem Pulver war besonders bevorzugt von *Hyp. lactucae* L.

5. Gelb auf Gelb war im Sommer sehr schwach, weit unter Schwarz, im Herbst stärker als dieses beflogen. *Drep. platanoidis* Schrk. flog hier verstärkt ein. Gelbes Papier war für *M. persicae* Sulz. besonders günstig. Gelbschalen in geschlossenem Salatbestand, der eine ähnliche Farbwirkung wie das Gelbtuch erwarten ließ, fingen sehr wenig.

6. Die Werte von Papier lagen immer etwas über denen von gleich großem Tuch.

7. Kleines Tuch hatte im Vergleich zu großem Tuch bei Weiß und Blau im Herbst die gleiche hemmende Wirkung. Dies gilt ebenfalls bei schwarzem und gelbem Tuch für *M. persicae* Sulz. Im übrigen wirkte kleines Tuch, was eigentlich zu erwarten war, weniger hemmend *(Hyp. lactucae* L. und *Rhop. padi L.),* aber bei „schwarzliebenden" Arten *(Sapp. ± plantaginea* und *Drep. platanoidis* Schrk.) nicht schwächer, sondern stärker fördernd als großes Tuch. Für kleines gelbes Tuch gilt bei *Hyp. lactucae* L. und *Rhop. padi* L. das gleiche.

8. Bei Pulver war die hemmende Wirkung von Schwarz und Weiß im Vergleich zu Tuch und Papier geringer, sie schlug bei *Hyp. lactucae* L. sogar ins Gegenteil, in eine stark fördernde Wirkung um.

9. Gelockerte und festgetretene Brache zeigten keine Unterschiede.

Nach diesen Befunden, die an fast allen Tagen mit stärkerem Zuflug die gleichen waren, spielt die Umgebung des Landeplatzes eine entscheidende Rolle für die Wirkung des Landereizes; die einzelnen Arten verhalten sich dabei verschieden.

Eine Besprechung der Befunde über die Bedeutung der Umgebung der Gelbschalen sei hier schon eingefügt. Dabei soll die Frage nach der Natur der Umgebungsreize, nach deren Wirkungsweise und nach der biologischen Bedeutung behandelt werden.

1. Die Natur der Umgebungsreize. Bei der Versuchsanlage ist von der Annahme ausgegangen worden, daß die verschiedenen künstlichen und natürlichen Umgebungen der Gelbschalen sich optisch unterschieden. Es ist zu klären, ob dies zutrifft. Die Umgebung unterschied sich ja nicht nur optisch, sondern auch in manch anderer Hinsicht. Bei Strahlungswetter war die Luft über hellen Tüchern (weiß und gelb) naturgemäß etwas kälter als über den sich stärker erwärmenden dunkleren (blau und schwarz). Dies kann jedoch nicht von großer Bedeutung gewesen sein: unterschieden sich doch gerade die beiden hellen und die beiden dunklen Tücher jeweils voneinander. Die Temperaturdifferenz betrug außerdem dicht über den Flächen nur wenige Zehntelgrad; bei wolkigem Wetter und bei Beschattung, außerdem bei nassen dunklen Tüchern war sie noch geringer, ohne daß sich ein Einfluß auf die Ergebnisse gezeigt hätte. Die relative Luftfeuchtigkeit kann ebenfalls kaum die Unterschiede, auch nicht die zwischen Tüchern und Brache, verursacht haben, da sie überall fast gleich war und die Befunde bei nassen Tüchern, wo die Unterschiede größer waren, von denen bei trockenen kaum abwichen. Die Verschiedenheiten zwischen den einzelnen Farbflächen muß man deshalb tatsächlich auf optische Einflüsse zurückführen, wobei allerdings zu fragen ist, ob neben dem uns sichtbaren Licht etwa auch ultrarote oder ultraviolette Strahlen wirksam waren. Insbesondere könnten die Unterschiede zwischen weißem Papier und weißem Tuch bei *M. persicae* Sulz. auf deren unterschiedliche Ultraviolett-Remission zurückzuführen sein.

Der Unterschied zwischen Brache und Tüchern scheint nicht durch die uns sichtbare Farbe bedingt zu sein: auch ein dem Boden möglichst ähnliches Braun näherte sich nicht der Brachewirkung. Das Hell-Dunkel-Spiel, wie es ein aufgerauhter Boden zeigt, kann ebenfalls außer Betracht bleiben, da der festgetretene Boden dem aufgerauhten, gefleckten Weißtuch dem einheitlichen Weißtuch entsprach. Eine Veränderung der aerodynamischen

Verhältnisse (glatter oder aufgerauhter Boden; Tuch mit umgedrehten Schalen bedeckt oder ohne diese) blieb ohne Einfluß. So muß man mit einem vorläufig nicht näher bestimmten „Erdfaktor" rechnen, der die Landungen begünstigt, wie ihn Rönnebeck (1950 a) auf Grund von Studien über den Zuflug zu einzelnen Pflanzen schon vermutet hat. Übrigens weist auch Müller darauf hin, daß Schalen auf Erdboden besonders viel fangen, viel mehr als solche im Bestand (brieflich vom 1. 5. 1952).

Die abschreckende Wirkung von reinem Weiß als Umgebung von Gelbschalen steht in gewissem Gegensatz zu dem Befund Broadbents (1948 a), nach dem weiße Leimfallen mehr fingen als schwarze und zu den Versuchen von Folsom (1927) und von Moore (1935 und 1937), nach denen weiß gestäubte Baumwollpflanzen die Baumwollaus (*Aphis gossypii* Glov.), kupferkalkbespritzte und somit hellere Kartoffelblätter *Macrosiphon solanifolii* (Ashm.) und weiß gestäubte Kohlpflanzen die Kohllaus (*Brevicoryne brassicae* (L.) besonders stark zum Landen veranlassen.

Die Unterschiede zwischen Sommer und Herbst können, soweit sie nicht auf die Anwendung von Papier bzw. Tuch zurückzuführen sind, durch verschiedene Strahlungsverhältnisse, durch verschiedenes Verhalten der Läuse in den beiden Jahreszeiten (vgl. die Unterschiede im Verhalten gegenüber Gelb und Grün im Sommer und Herbst) oder durch verschiedene artliche Zusammensetzung bedingt sein. Das Verhalten von *Hyp. lactucae* L. bei schwarzem Pulver kann bis jetzt nicht gedeutet werden. Zusammenfassend kann man feststellen: Vielfach sind es optische Reize in der Umgebung der Gelbschalen, die die Landereaktion fördern oder hemmen. Ob es außerdem noch andere Einflüsse gibt, steht noch dahin.

2. Fragen wir nun nach der Wirkungsweise der Reize, sehen von Gelb als einer Landefarbe zunächst ab und betrachten zuerst die Umgebungsreize mit befallsmindernder Wirkung, also Blau, Weiß und Schwarz. Diese Wirkung kann eine abschreckende oder eine stimmungsändernde sein. Im ersten Fall würden Tiere, die über eine solche Farbe, also etwa über Weiß fliegen, phobisch reagieren, sich vom Weiß abwenden und damit gar nicht in den Bereich der auf der weißen Fläche stehenden Gelbschale gelangen. Die phobische Reaktion könnte ein Ausweichen nach der Seite, nach rückwärts oder nach oben sein. Die unmittelbare Beobachtung sprach zunächst gegen eine solche Annahme; kann man doch sehr wohl Tiere auch im Herbst über Weiß und gelegentlich über Blau im Befallsflug fliegen sehen, ohne eine besondere Reaktion zu bemerken. Diese Feststellung kann jedoch irreführend sein: wie häufige Beobachtungen zeigten, fliegen manche Tiere im Befallsflug über Gelbflächen, ohne zu landen (s. S. 72). So wäre es denkbar, daß die Tiere, die über Weiß und Blau beobachtet wurden, zu diesen „Nichtlandenden" gehörten, während die landegestimmten tatsächlich phobisch reagierten, der Beobachtung aber entgangen sind. Darauf deutete das Ergebnis folgenden Versuches hin: Um eine Gelbschale wurde ein Sandrahmen von 80 cm Breite so gelegt, daß zwischen Sand und Schale bracher Boden in 50 cm Breite verblieb; die mindernde Wirkung war fast ebenso hoch wie bei unmittelbarer Sandumgebung. Hätten die Tiere den Sandrahmen überflogen, so wären sie zunächst über den brachen Boden und dann in den Gelbschalenbereich gelangt und hätten somit besonders häufig landen müssen.

Neben der phobischen ist an eine stimmungsändernde Wirkung zu denken: unter dem Einfluß der hemmenden Farbe würden die Tiere in eine Stimmung versetzt, in der sie auf Farbreize hin nicht landen. Eine solche Erklärung könnte nur verhaltensphysiologisch (also stimmungsändernd), nicht aber sinnesphysiologisch aufgefaßt werden; denn nach den früheren Versuchen (MOERICKE 1950) mit laufenden Läusen, die sehr deutlich den sukzessiven Farbenkontrast erkennen ließen, müßte nach Blau als der Komplementärfarbe ein Gelbreiz besonders stark wirken.

Wenden wir uns nun solcher Umgebung zu, die den Einflug in Gelbschalen fördert, wie Brache, weißes Papier für *M. persicae* Sulz., Schwarz für *Sapp.* ± *plantaginea* und *Drep. platanoidis* Schrk., schwarzes Pulver für *Hyp. lactucae* L. Hier kann es sich um Anlockung oder wieder um Stimmungsänderung handeln. Eine Anlockung von Läusen durch eine Fläche, die die Landung an sich nicht auslöst, ist unwahrscheinlich; man wird kaum damit rechnen können, daß durch die in Betracht kommenden Umgebungsflächen die Zahl der Geflügelten, die in den Bereich der Gelbschalen gelangen, erhöht wird. Vielmehr wird es sich hier um eine Stimmungsänderung handeln: unter dem Einfluß von „Brache" (bzw. den anderen Flächen) wird die Reaktionsschwelle für den gelben Landereiz gesenkt.

Bei gelber Umgebung um die Gelbschalen herrschen besondere Verhältnisse, da es sich ja um eine Landefarbe handelt. Die Befallsminderung in der Schale ist offensichtlich auf Randwirkung zurückzuführen, wie das auf Seite 45 ausgeführt wurde. Die häufigen Landungen auf dem Rand des gelben Tuches ließen sich ja unmittelbar beobachten. Die Unterschiede zwischen Sommer und Herbst und zwischen den einzelnen Arten mögen mit verschiedenem Flug- und Landeverhalten zusammenhängen. Es könnte z. B. eine Beziehung zu der verschiedenen Höhenlage des Befallsflugs bestehen, so daß etwa im Herbst bei größerer Flughöhe die Randwirkung nicht so ausgeprägt ist, also die Gelbschalen in der Mitte stärker beflogen werden als im Sommer.

3. Das auffallende und artlich verschiedene Verhalten gibt wohl die Berechtigung, schließlich noch nach dem Vorkommen von Umgebungsreizen im Freiland und deren etwaiger biologischer Bedeutung zu fragen. Die Blauwirkung wird im Freien nicht vorkommen. Sie ist gewissermaßen eine physiologische Folge des Gelbsehens, die biologisch „unbeabsichtigt" und für das Tier ohne Bedeutung ist, es sei denn, daß sich hinter der Blau- eine UV-Wirkung verbirgt und die UV-Remission von Böden und Pflanzen verschieden ist. Ob die Schwarz- (z. B. bei schwarzem Moorboden) und die Weißwirkung (z. B. bei staubtrockenem Boden) für den Zuflug zu Pflanzen von Bedeutung ist, läßt sich noch nicht sicher entscheiden: die Befunde mit schwarzen oder weißen Tüchern lassen sich nicht unmittelbar damit vergleichen, da ja möglicherweise das Tuch als solches eine Rolle spielt; die Versuche mit schwarzem und weißem Pulver, die den natürlichen Verhältnissen nahe kommen dürften, lassen einen Einfluß der Bodenfarbe auf den Zuflug zu Pflanzen im nicht geschlossenen Bestand vermuten. Ob das verschiedene Verhalten der einzelnen Arten gegenüber Schwarz und Weiß eine besondere Beziehung zu deren Lebensweise hat, läßt sich noch nicht erkennen. Die ursprüngliche Vermutung, daß „Hochflieger" weiße, „Tiefflieger" schwarze Umgebung bevorzugen, be-

stätigte sich nicht. Eine Beziehung zum Standort der Wirtspflanze kann vorläufig nicht festgestellt werden.

Mit einer Wirkung des „Erdfaktors" ist im Freiland selbstverständlich zu rechnen. Man darf wohl den stärkeren Befall von jungen, noch keinen geschlossenen Bestand bildenden Pflanzen und von Randpflanzen, die an pflanzenfreien Boden angrenzen, wenigstens teilweise auf den „Erdfaktor" zurückführen. Möglicherweise kann man damit auch den besonders starken Befall auf Pflanzen, die an eine oft nur kleine Bestandslücke angrenzen, deuten.

Die Wirkung von gelber Umgebung kann wohl in Vergleich gesetzt werden zur Wirkung einheitlich grüner Pflanzenbestände. Daß es hier aus farblichen Ursachen zum Randbefall kommt, wurde früher schon besprochen; vielleicht kommt dazu aber noch die Ausschaltung des „Erdfaktors" über dem Bestand, wodurch die Randwirkung verstärkt würde. Dann dürfte allerdings in einem noch nicht geschlossenen Bestand der Randbefall weniger ausgeprägt sein als in einem geschlossenen.

Neben Farbflächen und dem „Erdfaktor" im Bereich der Schalen können Witterungsfaktoren eine Landung auf den Farbreiz hin begünstigen oder beeinträchtigen. Darauf soll später eingegangen werden (s. S. 73).

c) Wirtspflanzenspezifische Landereize

Die bisherigen Untersuchungen wiesen eine allgemeine, bei vielen Blattlausarten vorkommende Farblandereaktion nach, auf Grund deren alle grünen Blätter — artweise in etwas verschiedenem Ausmaß — beflogen werden. Es ergibt sich nun die Frage, ob darüber hinaus bevorzugter Anflug der Wirtpflanze der einzelnen Arten als Folge von wirtsspezifischen Reizen vorkommt. Dabei könnte es sich um bestimmte Farbtöne, die einen besonders starken Landereiz darstellten, handeln, oder um Duftstoffe, die in Verbindung mit dem Blattfarbreiz eine verstärkte Reaktion auslösten. Spezifische Formreize darf man wohl ausschließen.

Die bisherigen Befunde gaben Hinweise für beide Möglichkeiten; das unterschiedliche Verhalten der einzelnen Arten gegenüber verschiedenartigen Farben (Farbtönen, ungesättigten Farben) könnte mit verschiedener Blattfarbe der Wirtspflanze zusammenhängen; die Bedeutung von künstlichen Umgebungsreizen in Verbindung mit der Tatsache, daß bei weitem nicht alle über Gelb fliegenden Tiere zum Landen veranlaßt werden, könnte auf natürliche Umgebungsreize, etwa auf Duftstoffe, hinweisen. In jedem Fall kann man aber keine vollständige Sonderung der Arten nach Wirtspflanzen erwarten, da jedes grüne Blatt immer als Farbreiz wirkt (es sei denn, man nehme Abschreckreize bei Nichtwirtspflanzen an); vielmehr kann beim Vorhandensein wirtsspezifischer Reize nur eine Verschiebung in der Artenzusammensetzung zugunsten der Wirtsart eintreten.

Die Ergebnisse von Kennedy (1950 a, S. 1024) sprechen gegen wirtsspezifische Reize. Er fand *M. persicae* und *D. fabae* gleich häufig auf Pfirsich wie auf *Evonymus* landen. Müllers Versuche (in litt.) mit anderer Methode ergaben jedoch das Gegenteil: Gelbschalen in *Evonymus*büschen erhielten viel stärkeren Zuflug von *D. fabae* Scop. als solche in Pfirsichbüschen, bei *M. persicae* Sulz. war es umgekehrt. Hier muß man tatsächlich an die Verbindung von Farb- (Gelbschale) und Duftreizen denken.

In eigenen Versuchen wurden verglichen:

1. Schalen mit Blättern unter Wasser gegenüber Gelbschalen.
2. Schalen mit frei liegenden Blättern bzw. ganzen Pflanzen gegenüber Gelbschalen.
3. Künstliche mit natürlichen Blättern.
4. Pflanzen in landereizhemmender Umgebung und ohne solche.

Keine der 4 Methoden befriedigte vollständig, jedoch ergaben sich einige Hinweise.

Blätter unter Wasser mußten bevorzugten Anflug der Wirtsart erhalten, wenn es eine spezifische Wirtspflanzen-Farbreaktion gibt. Allerdings konnte die Blattfarbe durch das Wasser und auch dadurch, daß die Blätter in den Schalen nur Auflicht erhalten, während Blätter in natürlicher Stellung immer teilweise durchleuchtet sind, verändert sein. Ein Versuch im Sommer 1951, in vierfacher Wiederholung angelegt, ergab für Gelbschale 2371, *Phaseolus* unter Wasser 612, Kartoffelblatt unter Wasser 523 Gesamtaphiden. Der Anteil von *D. fabae* Scop. betrug 19, 8 und 9 %, der von *M. persicae* Sulz. 23, 31 und 25 %. *Phaseolus* als Wirtspflanze von *D. fabae* Scop. war also viel schwächer als Gelbschale und etwa ebenso stark wie Kartoffel beflogen. Dieser schwächere Zuflug von *D. fabae* Scop. zu Grün wurde auch bei grünem Farbanstrich beobachtet, die Wirtspflanze war also keineswegs bevorzugt. Bei *M. persicae* Sulz. war ebenfalls keine Bevorzugung von Kartoffel, der Wirtspflanze, gegenüber *Phaseolus*, der Nicht-Wirtspflanze, festzustellen.

In einem anderen Versuch, ebenfalls in vierfacher Wiederholung, im Sommer 1952, fingen sich in Gelbschalen 1021, in Salat- 339, in Weißkohl- 45, in Rüben- 106, in yellowkranken Rüben-Wasserschalen 449 Gesamtaphiden. Der Anteil von *M. persicae* Sulz. war bei Gelbschale am höchsten (37 %), bei den Wirtspflanzen Rübe (8) und Weißkohl (20) nicht höher als bei Salat (18). Bei yellowkranken Rüben näherte sich der Wert dem Gelb (25 %). *Brevicoryne brassicae* L. zeigte eine auffallende Bevorzugung von Weißkohl unter Wasser, d. h. der Anteil dieser Art an den Gesamtläusen war hier am höchsten (31 %), nicht aber der absolute Wert, der bei Gelb fast viermal so hoch und bei den anderen Blättern ebenfalls höher lag als bei Weißkohl. Grünes Rübenblatt zeigte fast den gleichen Anteilswert (29), Gelbschale dagegen nur 5 %. Dieser Versuch deutet darauf hin, daß Weißkohl, von der Farbe her gesehen, von *Br. brassicae* L. nicht bevorzugt beflogen wird (denn der absolute Wert war am geringsten); aber er wird trotz seiner „schlechten" Farbe von *Br. brassicae* L. weniger „gemieden" als von anderen Arten (denn der relative Wert war am höchsten). Mit anderen Worten: *Br. brassicae* L. reagiert auf das stark ungesättigte Grün des Kohlblattes noch deutlich, viele andere Arten aber nicht mehr. Hier kann man wohl, wenn sich die Ergebnisse in neuen Versuchen bestätigen, von einer wirtspflanzenspezifischen Farbreaktion sprechen. Im Gegensatz dazu zeigte *Hayhurstia atriplicis* (L.), deren Wirtspflanzen *(Atriplex, Chenopodium)* für unser Auge z. T. ähnlich gefärbt sind wie Kohl, keine Bevorzugung; ihr Anteil betrug bei Kohlschalen 0, bei den anderen Schalen 2 bis 6 %.

Freie, in Schalen liegende Blätter bzw. ganze, in der Schale stehende Pflanzen *(Vicia faba)* im Vergleich zu Gelbschalen ließen einen

Tabelle 17

Landungen geflügelter Blattläuse in Gelbschalen, in „Blattwasserschalen“ und auf Blättern. Σ = Gesamtaphiden. *D. fab.* = *Doralis fabae*. *M. pers.* = *Myzodes persicae*. Kursive Ziffern = Anteil an Gesamtaphiden

		Gelbschale		Phaseolus frei		Phaseolus in Wasser		Vitis frei		Vitis in Wasser		Kirschlorbeer frei		Kirschlorbeer in Wasser		Kartoffel frei		Kartoffel in Wasser		Weißkohl frei		Weißkohl in Wasser		Vicia frei		Vicia in Wasser	
Dat.		abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%
18. 6.	Σ	62	*100*	33	*100*	7	—																				
	D. fab.	27	*44*	15	*45*	5	—																				
	M. pers.	3	*5*	3	*9*	0	—																				
19. 6.	Σ	139	*100*	59	*100*	9	—	42	*100*	17	*100*																
	D. fab.	55	*40*	11	*19*	2	—	6	*14*	4	*(24)*																
	M. pers.	9	*7*	3	*5*	1	—	2	*5*	0	*(0)*																
23. 6.	Σ	490	*100*													70	*100*	31	*100*	25	*100*	5	—	33	*100*		
	D. fab.	365	*75*													28	*40*	11	*36*	13	*(52)*	1	—	15	*45*		
	M. pers.	8	*1,6*													2	*3*	2	*6*	2	*(8)*	0	—	2	*6*		
24. 6.	Σ	46	*100*	20	*100*							31	*100*	10	*100*												
	D. fab.	31	*67*	13	*(65)*							21	*68*	5	*(50)*												
	M. pers.	5	*11*	3	*(15)*							4	*13*	1	*(10*												
26. 6.	Σ	208	*100*																					33	*100*		
	D. fab	174	*84*																					19	*58*		
	M. pers.	1	*0,5*																					1	*3*		
27. 6.	Σ	532	*100*					466	*100*							212	*100*	15	*100*					233	*100*	43	*100*
	D. fab.	453	*85*					425	*91*							190	*90*	9	*(60)*					213	*91*	35	*81*
	M. pers.	24	*5*					12	*3*							7	*3*	2	*(13)*					6	*3*	2	*5*

größeren Unterschied im Zuflug der einzelnen Arten erwarten, da sich hier neben farblichen auch etwaige geruchliche Unterschiede auswirken konnten. Die Ergebnisse, in Tab. 17 zusammengestellt, bestätigen für *M. persicae* Sulz. und *D. fabae* Scop. diese Erwartung nicht. Die absoluten Zuflugswerte lagen bei Gelbschale immer am höchsten, obwohl die Blattschalen infolge der plastischen Anordnung der Blätter eine größere Reiz- und Anflugsfläche boten. Auch die relativen Werte sprachen nicht für spezifische Reize der Wirtspflanze. Der Anteil von *D. fabae* Scop. war bei *Phaseolus*-bohnen ebenso hoch oder sogar geringer als bei Gelbschale und unterschied sich nicht wesentlich von dem bei den Nicht-Wirtspflanzen *Vitis* und Kirschlorbeer (*Prunus Laurocerasus* L.); bei *Vicia*-Bohnen lag er einmal unwesentlich darüber, sonst darunter und zeichnete sich nicht vor dem bei Kartoffel aus. *M. persicae* Sulz. flog nur schwach, eine Bevorzugung von Kartoffel und Kohl war nicht zu erkennen.

In einer weiteren Versuchsserie wurden künstliche mit natürlichen Pflanzen verglichen. Hier mußten beim Vorhandensein wirtsspezifischer Reize die Unterschiede besonders deutlich werden, da als natürliche Pflanzen solche mit schwachem Farbreiz (graugrüne Kohlrübe und graurötlicher Rotkohl, daneben zum Vergleich Kartoffeln, Sorte Flava) verwendet wurden und die künstlichen Pflanzen (20 cm hohe Stöckchen mit drei Papierblättern, 14 cm lang und 6 cm breit) in verschiedenen Farben (Gelb 1,5 pa, Gelbgrün 24 ne, Schwärzlichgrün 24 pi, Graugrün 24 he und blasses Graugrün 24 ec) gehalten waren, so daß sie teils der natürlichen Pflanze ähnelten, teils sehr davon abwichen (Gelb). Bei spezifischer Duftwirkung war zu den Kohlpflanzen — im Gegensatz zu dem farbähnlichen Graugrün — besonders hoher Zuflug von *M. persicae* Sulz. und *Br. brassicae* L. zu erwarten; andere Arten sollten durch den schwachen Farbreiz des Kohls nur wenig zum Landen veranlaßt werden. Bei spezifischer Farbwirkung mußte unter den künstlichen Pflanzen das Graugrün eine Bevorzugung zeigen. — Die Pflanzen wurden in einer Reihe auf unkrautfreiem Brachland im Institutsgarten aufgestellt und laufend abgelesen. Etwa alle Stunde kam ein Platzwechsel.

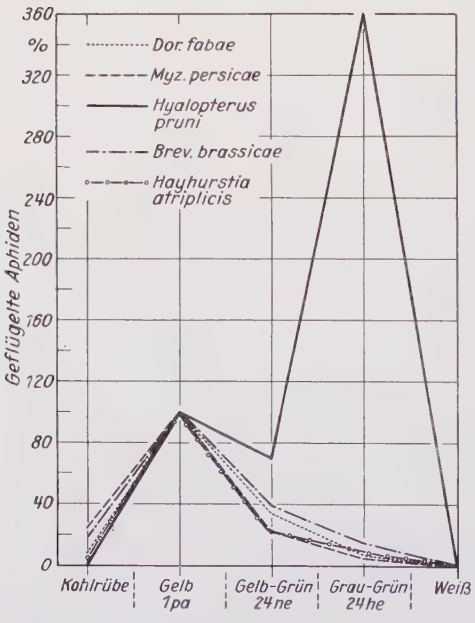

Abb. 7. Zuflug geflügelter Blattläuse zu natürlichen und künstlichen Blättern. Versuchsserie vom 11.—25. 7. 1952. Werte bei jeder Art bezogen auf den Wert von Gelb = 100. Absolute Zahlen bei Gelb: *D. fabae* 407, *M. persicae* 133, *Hyal. pruni* 10, *Brev. brassicae* 175, *Hay. atriplicis* 43

Eine größere einheitliche Versuchsserie lief vom 11. bis 25. 7. 1952 mit insgesamt 35,5 Stunden Fangzeit, die sich auf den ganzen Tag unter Bevorzugung der Stunden von 16 bis 20 Uhr verteilten (Abb. 7). Die drei häufigsten Arten waren *D. fabae* Scop., *M. persicae* Sulz. und *Br. brassicae* L. Ein be-

sonders hoher Zuflug von *M. persicae* Sulz. und *Br. brassicae* L. zur Kohlrübe wurde nicht festgestellt. Er lag weit unter dem von künstlichen Gelbpflanzen, obwohl die Blattfläche der Kohlrüben etwas größer war als die der künstlichen Pflanzen; auch die künstliche „Gelbgrün-Pflanze" wurde stärker oder ebenso stark beflogen wie Kohlrübe. Im Vergleich zu Graugrün waren die Kohlrüben von *Br. brassicae* L. nur schwach bevorzugt, so daß man keine Duftwirkung annehmen kann. Bei *M. persicae* Sulz. war der Unterschied größer. Dies könnte auf einen Geruchsreiz zurückgeführt werden, es läßt sich aber auch damit erklären, daß das Graugrün für *M. persicae* Sulz. von dem Kohlrübengrün stärker abweicht als für *Br. brassicae* L.

Einen weiteren Aufschluß gibt eine Betrachtung der Artenzusammensetzung bei den verschiedenen natürlichen und künstlichen Pflanzen. Bei Gelb-Pflanze war *D. fabae* Scop. weitaus am häufigsten. Dasselbe gilt für Gelbgrün; bei Kohlrübe dagegen war sie etwas schwächer als *M. persicae* Sulz. und *Br. brassicae* L. vertreten (Abb. 7). Das spricht für eine spezifische Reizwirkung, und zwar im besonderen für eine Farbreizwirkung der Kohlrübe bei den Arten, denen sie Wirtspflanze ist. Dabei wird die Kohlrübenfarbe, wie früher schon festgestellt wurde, nicht etwa von diesen Arten bevorzugt, sondern sie wird auch noch beflogen, während andere Arten keine oder nur sehr geringe Reaktion zeigen.

So darf man feststellen: Eine spezifische Reizwirkung von Kohlrübe auf *Br. brassicae* L. und *M. persicae* Sulz. ist wahrscheinlich. Sie beruht offenbar weniger auf einem Geruchsreiz, vielmehr wird der Zuflug zu diesen Wirtspflanzen im wesentlichen durch Farbreize veranlaßt werden. Diese sind zwar an sich schwach, viel schwächer als der Gelbreiz, werden jedoch von den beiden Arten (*M. persicae* Sulz., *Br. brassicae* L.) im Gegensatz zu anderen Arten noch deutlich beantwortet.

Ob diese Feststellung auch für Rotkohl zutrifft, steht dahin; denn die Farbreizwirkung dieser Pflanze dürfte nur sehr gering sein; trotzdem wird er von beiden Arten, wenn auch nur schwach, beflogen. Die Zahl der Gesamtaphiden betrug 17 (gegenüber 90 auf Kohlrüben in der gleichen Zeit). *Br. brassicae* L. war mit 8, *M. persicae* Sulz. mit 6 Tieren vertreten. Diese beiden auf Rotkohl lebenden Arten erreichten mithin $^{14}/_{17} = 85\,\%$, während sie auf Kohlrübe nur 57 %, auf Gelb 38 % der Gesamtläuse ausmachten; hier wird eine spezifische Reizwirkung deutlich, und man kann hier an Geruchsreize denken. Allerdings könnten solche nur sehr schwach wirksam sein und den mangelnden Farbreiz keineswegs ersetzen; denn der Zuflug erreichte bei beiden Arten nur 25 % von dem der Kohlrübe und nur 5 bis 6 % von „Gelbpflanzen".

Kartoffeln wurden in dieser Versuchsserie von *M. persicae* Sulz. nicht bevorzugt, wohl aber von *Br. brassicae* L. ganz gemieden.

Untersuchungen am 9. und 10. 7. 1952 waren weniger aufschlußreich, da zu dieser Zeit *Br. brassicae* L. erst wenig flog. *M. persicae* Sulz. verhielt sich wie im oben beschriebenen Versuch: Gelbpflanze war am stärksten beflogen, Gelbgrünpflanze ebenso stark wie Kohlrübe und Kartoffel. *D. fabae* Scop., die häufigste Art, war im Verhältnis zu *M. persicae* Sulz. auf den künstlichen Pflanzen wiederum häufiger als auf den natürlichen.

Als Ergebnis der bisher angeführten Versuche dürfte die relative Bevorzugung von Kohlrüben durch *M. persicae* Sulz. und *Br. brassicae* L.

im Gegensatz zu *D. fabae* Scop. hervorzuheben sein, was offensichtlich mit einer der Farbe der Wirtspflanze bis zu gewissem Grade angepaßten Farbreaktion der beiden Arten zusammenhängt. So darf man wohl den Schluß ziehen, daß auch die übrigen, früher aufgeführten Besonderheiten einzelner Blattlausarten in ihrer Farbreaktion mit der Farbe der Wirtspflanze in Zusammenhang stehen. Insbesondere wird dies für *Hyalopterus pruni* Geoffr. gelten, deren Sommerwirt ja das Schilf ist, das in der Farbe dem Graugrün, welches besonders häufig beflogen wurde, sehr ähnlich ist. In diesem Falle ist offensichtlich die Anpassung an die Wirtspflanzenfarbe so weit vollzogen, daß diese eine stärkere Reaktion als das sonst reizstärkste Gelb auslöst (Abb. 7).

Im Zusammenhang mit der Frage nach wirtspflanzenspezifischen Reizen war es von Bedeutung zu erfahren, ob blaue Umgebung die Geflügelten ähnlich wie vom Landen in Gelbschalen auch vom Zuflug zu ihrer Wirtspflanze abhält. Bei einem Duftreiz wäre eine über die blaue Umgebung hinaus sich erstreckende Wirkung und somit ein ebenso starker Zuflug wie bei anderer Umgebung zu erwarten gewesen. Als Versuchspflanzen dienten wiederum Kohlrüben, und zwar je 2, die inmitten der Farbpapierflächen (2,4×2,4 m) aufgestellt waren und jeweils nach einigen Stunden oder am Abend auf angesiedelte Geflügelte von *M. persicae* Sulz. und *Br. brassicae* L. untersucht wurden. Die Ergebnisse deckten sich im wesentlichen mit denen bei Gelbschalen, der Zuflug zu den Pflanzen war also ebenfalls stark gemindert (Tab. 18); eine über 1,1 m hinausgehende Fernwirkung der Pflanzen besteht demnach nicht, oder eine solche kann durch die Wirkung von blauer Farbe gehemmt werden.

Tabelle 18

Zuflug und Ansiedlung von *Myzodes persicae* und *Brevicoryne brassicae* auf Kohlrüben in verschiedenfarbiger Umgebung (Papiere von 2×3 m). Bonn, 31. 7.—12. 8. 1952

Umgebung	weiß	%	schwarz	%	gelb	%	blau	%	22 cm-Gelbschale auf Brache	%
Br. brassicae ...	107	**100**	90	**84**	38	**36**	15	**14**	32	**30**
M. persicae	8	**100**	4	(50)	7	(90)	0	(0)	320	(**1000**)
Übrige Aphiden	5		3		3		0		274	

3. Der vorübergehende Aufenthalt auf dem Landeplatz und das Probesaugen

Die dritte Einzelphase des Befallsflugs ist der vorübergehende Aufenthalt auf dem Landeplatz und das Probesaugen. Die Untersuchungen darüber stehen in engem Zusammenhang mit dem Befallsflug als Gesamterscheinung. Sie sollen deshalb erst im folgenden besprochen werden.

B' Der Befallsflug als Gesamterscheinung

1. Der Tagesgang und das abendliche Flugende

Der Befallsflug zeigt, wie die Untersuchungen von MÜLLER und UNGER (1952, S. 210) ergeben haben, einen typischen Tagesgang mit einem morgendlichen Maximum zwischen 6 und 10 Uhr und einem meist steileren und höheren zweiten Maximum zwischen 18 und 20 Uhr (im Juli und

August). An stark bedeckten Tagen gab es nur ein Maximum zur Mittagszeit. Dieser Wechsel der Flugdichte steht in Zusammenhang mit der Abflugshäufigkeit und mit der Dauer des Distanzfluges und den auf diesen einwirkenden Witterungsfaktoren. Einen wesentlichen und unmittelbaren Einfluß hat die Windstärke, die ja einen ähnlichen, aber reziproken Tagesgang zeigt. Nachts ist ein Befallsflug infolge der Dunkelheit nicht möglich.

Der Frage nach dem abendlichen Ende des Befallsflugs dienten im Sommer und Herbst 1952 verschiedene Beobachtungen (Tab. 19, 20).

Tabelle 19

Witterungsdaten bei noch starkem Blattlausflug während der Abenddämmerung. Bonn 1952

Datum	27. 6.	28. 6.	30. 6.	7. 7.	14. 10.	16. 10.	18. 10.
Uhrzeit	20^{55}	20^{55}	21^{05}	20^{45}	17^{15}	17^{40}	17^{30}
Temperatur (°C)	19,4	22,0	25,5	23,5	11,6	8,8	7,8
Luftfeuchtigkeit (%) ..	70	65	60	78	77	80	70
Helligkeit (Lux)	300	300	120	300	660	100	550

Die Temperatur war im Sommer nicht der begrenzende Faktor. Sie lag noch weit über der Mindestflugtemperatur, nämlich zwischen 17,0 und 23,0° C (Tab. 20). Vielmehr ist in dieser Jahreszeit das Licht entscheidend. Zwar herrschte bei 100—500 Lx (Tab. 19), also bei Beginn deutlicher Dämmerung, noch rege Flugtätigkeit (gemessen an den Landungen auf Gelbflächen). So wurden z. B. am 30. 6. zwischen 21.05—21.08 Uhr auf 1800 cm² Gelbfläche 44 Landende gezählt. Dies war auffallend, da die Fluglust nach Laborversuchen (Broadbent 1949 a) sich schon von 1000 Lx an verringert und bei 360 Lx (= 30 fc) nur noch halb so stark ist. Bei weiterer Lichtabnahme (Tab. 20) setzte der Flug aber bald aus, meist zwischen 20—50 Lx (bei Messungen nach oben), an einzelnen Tagen erst bei 1 Lx. Aufkommender leichter (4. 7.) oder stärkerer (16. 7.) Wind konnte selbstverständlich ebenfalls das Ende des Flugs herbeiführen. Im Herbst begrenzte die Temperatur am Abend den Flug: unter 7,8° C gab es keine Landungen mehr. Allerdings war zu diesem Zeitpunkt auch das Licht schon nahe an seinem (sommerlichen) Grenzwert (50—150 Lx). Bei Dunkelheit wurden niemals Einflüge in Farbschalen festgestellt.

2. Das „Schwärmen" und „Tanzen"

Müller und Unger (1951 b) beobachteten im Verlauf des Befallsflugs bei *Doralis fabae* Scop. eine eigenartige Erscheinung, das hochsommerliche Schwärmen. Die Geflügelten bildeten Schwarmwolken auf der Leeseite von *Vicia*-Pflanzen. In diesen Wolken kurvten einzelne Tiere hin und zurück, die meisten landeten auf den Pflanzen, um aber sofort, oft ohne Saugversuch, wieder aufzufliegen. Selten kam es zur dauernden Ansiedlung. Es herrschte eine besondere Erregung. Diese konnten die Autoren mit besonderen Witterungsbedingungen, nämlich hoher Temperatur (Optimum 26° C) und mittlerer Luftfeuchtigkeit (Optimum 60 %) in Zusammenhang bringen. Offensichtlich war das Flugziel der Geflügelten unter diesen Außenbedingungen nicht eine Wirtspflanze schlechthin, sondern eine Wirtspflanze am günstigen Standort, d. h. die Tiere flogen solange auch von Wirtspflanzen wieder auf, bis sie an eine kühle, feuchte Stelle kamen, wo im Hochsommer eine Ansiedlung und Vermehrung möglich ist.

Eine dem Schwärmen ähnliche Erscheinung konnte im Sommer 1952 im Bereich von gelben Flächen beobachtet werden. Dabei ergaben sich neue Einblicke in das Verhalten der Geflügelten während des Befallsflugs.

Nach den Versuchen über die Wirkung von Landereizen konnte man erwarten, daß alle Tiere, die im Befallsflug in den Reizbereich kommen, zum Landen veranlaßt werden. Dies trifft jedoch nicht zu. Vielmehr überfliegt ein erheblicher Teil der Tiere die gelbe Fläche ohne sichtbare Reaktion. Andere fliegen zwar zu, landen aber nicht, sondern wenden wenige cm vor der Gelbfläche in der Luft. Solches Hin- und Zurückfliegen folgt oft mehrfach aufeinander. Man hat den Eindruck, als seien die Geflügelten in der Luft im Bereich der Farbfläche gefangen. Dieses „Tanzen" in der Luft zeigte sich über waagrechter und vor senkrechter Gelbfläche. Als Beispiel diene die 3 Minuten-Beobachtung einer Geflügelten im Bereich zweier Gelbflächen (Abb. 8). Ganz offensichtlich wurde hier der Gelbreiz beantwortet; jedoch kam es zunächst nicht zu Landungen. Vor und über grünen Flächen ließ sich die Erscheinung ebenso beobachten, dagegen nicht bei Weiß und Grau. Das Wasser in den Schalen und die darüberstehende erhöhte Luftfeuchtigkeit spielten keine Rolle, die Tiere tanzten über trockenen Schalen oder Tüchern ebenso wie über Schalen mit Aethylenglycol, Wasser oder Wasser mit einer Leinölschicht. Allerdings konnte dabei nicht festgestellt werden, um welche Arten es sich handelte und ob die Artzusammensetzung bei den einzelnen Schalen verschieden war. Die Erscheinung zeigte sich auch vor grünen Pflanzen.

Durch das Tanzen zahlreicher Läuse bildeten sich Schwarmwolken vor senkrechten und über waagrechten Farbflächen und vor Pflanzen. Solche Wolken standen nicht über der Flächenmitte, sondern, bei kaum merkbarem Wind, nach dem Leerand hin versetzt (Abb. 9). An senkrechten Flächen hatte die Wolke ihren Mittelpunkt oft am oberen oder an einem Seitenrand. Über einer Gelbschale von 34 × 52 cm

Tabelle 20
Witterungsdaten beim abendlichen Flugende. Bonn 1952

Datum		27. 6.	28. 6.	30. 6.	4. 7.	7. 7.	11. 7.	16. 7.	17. 7.	26. 7.	16. 10.	17. 10.	18. 10.	4. 11.
Uhrzeit		21^{25}	21^{19}	21^{36}	21^{03}	21^{10}	21^{00}	19^{10}	21^{00}	20^{51}	17^{55}	17^{55}	17^{45}	17^{15}
Temperatur (°C)		8	18	1	22,8	23,0	22,6	20,8	18,2	17,0	8,4	8,4	8,2	10,6
Luftfeuchtigkeit (%)					75	78	85	45	60	79	80	80	66	58
Helligkeit (Lux)					100	25	50	10 000	55	35	50	50	150	90

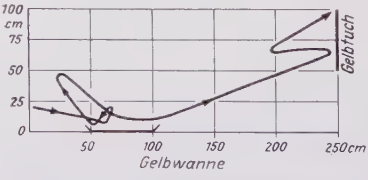

Abb. 8. Höhenbewegung einer geflügelten Blattlaus im Bereich einer waagrechten und einer senkrechten Gelbfläche während 3 Min. 28. 6. 1952, 20.25 h

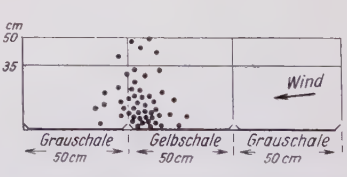

Abb. 9. Schwarmwolke von Blattläusen über einer gelben Schale am 27. 6. 1952, 19.00 h

Fläche wurden gleichzeitig bis zu 50 Tiere geschätzt. Das Tanzen der Tiere wurde unterbrochen durch Landungen, doch traten diese an manchen Tagen stark zurück. Frisch aufgestellte gelbe Flächen erhielten in wenigen Minuten ihre Schwarmwolke.

Das Tanzen konnte in der ganzen Sommer- und Herbstflugzeit 1952 (17. 6. — 2. 8.; 14. 10. — 25. 10.) und während des ganzen Tages, also während des Vormittag-, des Nachmittag- und Abendfluges, bei diesem aber ganz besonders häufig beobachtet werden. Eine Abhängigkeit von Witterungsfaktoren war nicht deutlich: Zunächst fiel es an den heißen und schwülen Junitagen 1952 am Spätnachmittag mit Temperaturen von 25—30° C auf, zeigte sich dann auch gegen Abend bei 20° und im nächsten Monat bei 18—19° C. Im Herbst 1952 tanzten die Tiere bei Temperaturen von 8,5—9° C, z. B. am 18. 10., 17.30 Uhr. Die Feuchtigkeitswerte schwankten zwischen 44 und 82 %. Bei stark abnehmendem Licht (130—250 Lx gegen den Himmel gemessen), als man hätte annehmen sollen, daß die Tiere möglichst rasch einen Abendlandeplatz suchten, setzte es keineswegs aus.

3. Der Einfluß vom Lebensalter der Geflügelten, von Witterung und Nahrung

Im Schwärmen, das sich bei besonderen Witterungsbedingungen zeigt, und im Tanzen, das bei allen Außenbedingungen auftreten kann, wird deutlich, daß bei den Geflügelten auch während des Befallsflugs und bei Reaktion auf Landereize die Flugphase nicht vollständig abgeklungen ist; es steht vielmehr der Flugtrieb noch in Widerstreit mit dem Ansiedlungstrieb. So kommt es auch unter normalen Außenbedingungen zu Wiederabflügen von der Wirtspflanze, ohne daß Junge abgelegt werden. Dies beobachteten Kennedy (1950 b) bei Gynoparen von *M. persicae* Sulz. auf Pfirsich und Müller (1953 a) bei *D. fabae* Scop. Bei dieser Art flogen im Durchschnitt 90 % der Geflügelten, die auf einer zur Ansiedlung gut geeigneten Sorte von *Vicia faba* gelandet waren, nach kurzer Zeit wieder ab, ohne Junge abgesetzt zu haben. Als innerer Faktor, der die Fluglust beeinflußt, ist das Lebensalter zu nennen; mit zunehmendem Alter werden die Tiere seßhafter (Dill 1937, Moericke 1941, Broadbent 1949 a). Dies ist auf einen Schwund der Flugmuskulatur zurückzuführen, der mit dem Gebären von Jungen einhergeht (B. Johnson 1953).

Der Einfluß von Witterungsfaktoren auf den Befallsflug ist insbesondere von Müller und Unger (1952) untersucht worden. Die Flugbegrenzung durch Wind und mangelndes Licht wurde schon besprochen. Für Temperatur und Luftfeuchtigkeit ergaben sich nach diesen Autoren Optimalbereiche, die artweise verschieden lagen. *M. persicae* Sulz. hatte das Maximum bei 18 bis 19° C und wasserdampfgesättigter Luft, *D. fabae* Scop. bei 20° C und 60 % Luftfeuchtigkeit. Der Einfluß von Temperatur und Feuchtigkeit, der den Tagesgang und die Höhenlage der beiden Arten mitbestimmt, wurde mit der Gelbschalenmethode ermittelt; er bezieht sich auf den Befallsflug als ganzen. Man muß annehmen, daß er in zweifacher Hinsicht wirksam sein kann. Entweder sprechen Geflügelte dann, wenn sie im Verlauf des Befallsfliegens an Orte im Optimalbereich kommen, besonders gut auf den Farbreiz an und landen hier bevorzugt, oder sie geraten durch die Außenbedingungen in gesteigerte Erregung, so daß sie auf

der Pflanze nicht seßhaft werden, sondern immer wieder auffliegen. In beiden Fällen wird das Ergebnis das gleiche sein: gehäufte Einflüge in Gelbschalen und dementsprechend gehäufte Anflüge auf Pflanzen. Starke Besiedlung der Pflanzen kommt nur im ersten Fall zustande, starke Virusverseuchung kann in beiden Fällen vorkommen. In den Untersuchungen von MÜLLER und UNGER konnten die beiden Möglichkeiten nicht getrennt werden. Ich möchte annehmen, daß sich optimale Luftfeuchtigkeit bei *M. persicae* Sulz. im ersten Sinne (bevorzugte Landung bei großer Feuchtigkeit), bei *D. fabae* Scop. im zweiten Sinne (häufige Wiederaufflüge bei 60prozentiger Luftfeuchtigkeit) auswirkte.

In eigenen Versuchen sollte der Einfluß der Luftfeuchtigkeit auf die Landereaktion durch Vergleich der Anflüge auf trockenen und nassen Gelbflächen ermittelt werden. Die Ergebnisse waren bisher nicht eindeutig. Trockene und nasse gelbe Tücher konnten an manchen Tagen gleich, an anderen stark verschieden beflogen werden; man darf hier wohl einen Einfluß des Wetters vermuten. In einer größeren Versuchsserie wurden trockene und mit Wasser bzw. Aethylenglykol gefüllte Gelbschalen verglichen. Es unterschieden sich im Wasserdampfgehalt der Luft über der Schale die wassergefüllten von den beiden anderen, in der Farbwirkung dagegen die trockenen von den beiden anderen (wobei allerdings Wasser und Aethylenglykol nicht ganz gleichwertig sein werden). Bei den Gesamtläusen (Tab. 21) waren die Fangzahlen bei Aethylenglykol und bei Wasser etwa gleich, „trocken" war mit etwa 70 % beflogen. Die einzelnen Arten zeigten Abweichungen, die allerdings nicht gesichert sind. Bei *M. persicae* Sulz. ergab sich der größte Unterschied zwischen Naß und Trocken. Der Wert von Aethylenglykol kam auffallenderweise nicht dem von Trocken, sondern dem von Naß nahe. Man kann vielleicht aus diesen Befunden die Tendenz von *M. persicae* Sulz. erkennen, bei einem Wechsel von trokkener zu feuchter Luft, also über einer wassergefüllten Gelbschale bevorzugt zu landen. Dies stimmte mit den Befunden von MÜLLER und UNGER (1952) und mit solchen von BROADBENT (1949 a), der im Labor gearbeitet hat, überein.

Tabelle 21
Landungen geflügelter Blattläuse in trokenen, mit wasser- oder mit äthylenglykolgefüllten Gelbschalen. 26.–30. 7. 1952

	Wasser		trocken		Aethylenglykol	
	abs.	%	abs.	%	abs.	%
Gesamt- Aphiden.....	811	*100*	567	*100*	828	*100*
%	**98**		**68**		**100**	
Doralis fabae	109	*13*	87	*15*	137	*17*
%	**80**		**64**		**100**	
Myzodes persicae	439	*54*	245	*43*	392	*47*
%	**110**		**63**		**100**	
Capitophorus spec. ...	55	*7*	57	*10*	66	*8*
%	**83**		**86**		**100**	
Hayhurstia atriplicis ..	98	*12*	98	*17*	112	*14*
%	**87**		**87**		**100**	
Brevicoryne brassicae .	33	*4*	28	*5*	36	*4*
%	**92**		**78**		**100**	

In diesem Zusammenhang sind die früher mitgeteilten Untersuchungen (s. S. 60) über den Einfluß von Feuchtigkeit in der Umgebung der Gelbschalen (Versuche mit feuchten und trockenen Umgebungstüchern) zu erwähnen, die keine positiven Ergebnisse hatten.

Großen Einfluß auf das Erlöschen der Fluglust hat die Nahrung, deren Qualität beim Probesaugen ermittelt wird. Auf günstiger Wirtspflanze sind die Tiere seßhafter als auf ungünstiger oder auf einer Nicht-Wirtspflanze. Neben Pflanzenart und Sorte ist der physiologische Zustand von Bedeutung, insbesondere das Alter, die Düngung und der Gesundheitszustand. Wie Kennedy und Booth (1951) für *D. fabae* Scop. zeigten, werden junge, wachsende und alte, abreifende Blätter bevorzugt besiedelt, von ausgewachsenen wandern die Tiere wieder ab. Starke Chlordüngung der Kartoffeln kann bei *M. persicae* Sulz. die Ansiedlung fördern, desgleichen Blattrollerkrankung (Hofferbert und Orth 1948 und Arenz 1951 a, b).

4. Das Landeverhalten und die Befallsflugdichte an verschiedenen Örtlichkeiten im Bereich natürlicher Bestände

Die bisherigen Untersuchungen zeigten die Bedeutung von Farbreizen für die Landereaktion gewissermaßen im Modell: nur der Farbfaktor war variiert, andere Einflüsse waren möglichst ausgeschaltet. Es erhebt sich nun die Frage nach dem Landeverhalten im Bereich natürlicher Bestände. Aus methodischen Gründen eng verknüpft damit ist die Frage nach der Befallsflugdichte in solchem Bereich. Die Anzahl der Landungen auf Pflanzen oder Gelbschalen an verschiedenen Örtlichkeiten ist ja immer sowohl abhängig von der Flugdichte an einer Stelle als auch von der Landefreudigkeit. Es war damit zu rechnen, daß beides, Flugdichte und Landeverhalten, in Abhängigkeit vom Standort einer Pflanze in einem Bestand (Rand, Mitte; Luv-, Leeseite), von der Lage des Bestandes (Einfluß der Umgebung von anderen Beständen, von Häusern oder Bäumen, Exposition) und von der Art des Bestandes (Pflanzenart, Wuchshöhe, Pflanzendichte) variierten.

Um einen Einblick in diese Verhältnisse zu bekommen, wurden im Sommer 1951 auf dem Versuchsfeld des Instituts in Bonn-Poppelsdorf und im Institutsgarten 60 Gelbschalen in verschiedenen Beständen jeweils in Höhe der Pflanzen oder auf dem Boden am Bestandsrand aufgestellt. Die Ergebnisse lassen noch keine allgemeingültigen Gesetzmäßigkeiten erkennen, weshalb sie nur in kurzer Zusammenfassung wiedergegeben seien (Tab. 22). In der Zeit vom 11. 5. bis 5. 7. war der Blattlausflug über den drei untersuchten Beständen verhältnismäßig stark, über *Vicia faba* am höchsten. In der zweiten, kürzeren Fangperiode, vom 7. 7. bis 1. 8., ergaben sich bei durchweg geringerem Fang große Unterschiede zwischen den einzelnen Beständen. *Vicia faba* stand wiederum an erster Stelle. Auch über einem reifen Roggenfeld wurde starker Flug, und zwar ins-

Tabelle 22

Blattlausfänge in Gelbschalen auf dem Versuchsfeld Bonn-Poppelsdorf. Durchschnittsfänge aus insgesamt 60 Schalen. Fangzeit: 7. 7.—1. 8. 1951, [1]) 11. 5.—5. 7. 1951

	Gesamt-Aphiden	*M. persicae*	
		abs.	%
Frühkartoffel [1]) .	426	16	4
Zuckerrübe [1]) . . .	312	15	5
Vicia faba [1])	760	17	2
Vicia faba	313	31	10
Roggen	292	20	7
Spätkartoffel A .	228	57	25
Wirsing	158	27	17
Wiese	106	7	7
Hafer	80	17	21
Spätkartoffel B .	64	12	19
Zuckerrübe	51	11	22

besondere über einer durch Lagerung bedingten muldenförmigen Vertiefung festgestellt, desgleichen über einem Spätkartoffelschlag (A). Dagegen waren die Fangwerte über einem anderen Kartoffelbestand (B) und über Zuckerrübe sehr gering. Bei den Kartoffeln dürfte dies auf einen nicht erfaßten, besonderen Einfluß der Feldlage zurückzuführen sein; bei den Zuckerrüben dagegen handelt es sich offenbar um eine typische Erscheinung: Bei jungen Pflanzen, die den Boden noch nicht bedecken, erhält man in Gelbschalen hohe Fangzahlen, bei alten dagegen geringe (vgl. auch BLENCOWE und TINSLEY 1951, MÜLLER und UNGER 1952. HARTSUIJKER 1952 und STEUDEL 1953). Dabei ist es bis jetzt noch nicht entschieden, ob der Flug über einem geschlossenen Rübenbestand tatsächlich gering ist, die Tiere also vom Feldrand aufgesogen werden oder an diesem ausweichen (vgl. MÜLLER 1953 b) oder ob über solchem Bestand die Farbreizwirkung verringert ist. Eine Beobachtung im Kartoffelbestand (A) weist auf die zweite Deutung hin: Über einer 3 m² großen Bestandslücke mitten im Feld fingen sich besonders viele Tiere (399 gegenüber dem Durchschnitt von 228). Zahlreiche geflügelte Tiere waren also bis in die Feldmitte vorgedrungen. Sie landeten hier, da sich der Farbreiz der Gelbschale infolge der Erdumgebung verstärkt auswirkte.

Myzodes persicae Sulz. flog im Mai und Juni nur schwach. Sie war an den Gesamtaphiden auch im Frühkartoffelbestand nur mit 4 % vertreten. Bis zum 28. 6., also bevor Geflügelte im Feld selbst entstanden waren, betrug der Prozentsatz sogar nur 1,7. Eine Häufung dieser Art über dem Wirtspflanzenbestand war also nicht zu verzeichnen. Im Juli war der Prozentsatz bei Beständen, in denen Geflügelte entstanden sind (Kartoffel, Zuckerrübe, Wirsing) und in unmittelbarer Nachbarschaft davon (Hafer) besonders hoch. Hier handelte es sich offenbar um Geflügelte, deren Flug nur kurze Zeit anhielt oder die infolge ungünstiger Witterungsbedingungen oder nicht wohl ausgebildeter Flugorgane nur kurze Flüge ausführten (vgl. BROADBENT und TINSLEY 1951).

Die angeführten Befunde ließen im einzelnen ein vielfältiges Bild der Befallsflugdichte bzw. der Landefreudigkeit in der Feldkultur erkennen. Zu einer Analyse bedarf es noch umfangreicher Untersuchungen.

5. Die Flugdichte im Verlauf des Jahres

Die Dichte des Blattlausfluges im Verlauf des Jahres ist mit verschiedenen Methoden schon mehrfach untersucht worden (BROADBENT und DONCASTER 1949, DONCASTER und GREGORY 1948, JOHNSON 1951 a, MÜLLER und UNGER 1951 a, STEUDEL 1949, 1952 a, b, 1953). Die Gelbschalenmethode ließ hier keine grundsätzlich neuen Erkenntnisse erwarten, doch erschien es zur Überprüfung der Methode und um die hiesigen Verhältnisse, auch die Unterschiede zwischen Garten und Feld kennenzulernen, berechtigt und erwünscht, einige laufende Fänge durchzuführen.

Methode: 1951 fing eine Schale auf einem Weg des Institutsgartens vom 11. 5. bis zum 10. 12.; 1952 je eine Schale im Garten und auf einem kleinen Brachestück des Versuchsfeldes vom 18. 3. bis zum 24. 11. Die Schalen wurden vormittags geleert. In den Abbildungen 11 und 12 beziehen sich die Werte auf den Tag des Fanges, nicht den des Leerens.

Sie sind jeweils um den Morgenfang dieses Tages zu klein und um den des nächsten Tages zu groß.

Ergebnisse: Das Jahr 1951 (Abb. 10, 11) war ausgezeichnet durch einen verhältnismäßig starken Frühjahrsbeflug mit einem Maximum von 170 Gesamtaphiden an einem Tag. Er endete etwa am 31. 5. Der Sommerflug hielt sich den Juni über etwa auf gleicher Höhe, stieg Anfang Juli stark an und erreichte um den 20. Juli seinen Höhepunkt mit 300 Geflügelten. Am 8. August war er fast erloschen, ohne in den nächsten Tagen wieder aufzuleben. Der Herbstflug begann Mitte September, war zunächst sehr schwach und erreichte um die Oktober-Novemberwende seinen Höhepunkt. Er zog sich bis in den Dezember hin. Starke Einbrüche in diese allgemeine Kurve sind natürlich durch das Wetter bedingt. Trotzdem gab es keinen Tag, an dem keine Laus einflog, und in der Zeit vom 12. 5. bis 9. 8. nur 5 Tage mit einem Flug unter 10. Im Gesamten erreichte der Frühjahrsflug mit 1117 Geflügelten 18 % des Sommerfluges (Abb. 10), der Herbstflug mit 512 8 %.

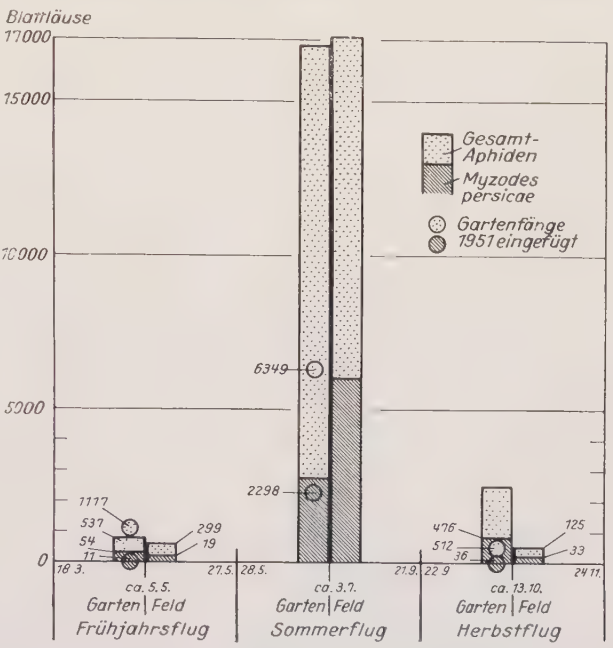

Abb. 10. Laufende Blattlausfänge in je einer Gelbschale im Institutsgarten und auf dem Versuchsfeld, zusammengefaßt in die drei Flugzeiten des Jahres. Bonn 1952. Eingefügt sind die Gartenfänge 1951

1952 (Abb. 10 und 12) wurden die Schalen schon im frühen Frühjahr aufgestellt und so der erste Flug am 18. 3. festgestellt: in den fast sommerlichen Märztagen konnten die aus dem 20 m entfernten Gewächshaus entwichenen Pfirsichläuse in ruhigen Stunden ihre Befallsflüge ausführen und in Gelbschalen landen. Dies stellte keinen Ausnahmefall dar; auch 1953 fingen sich die ersten Tiere vom 25. März an. Broadbent et al. (1952, S. 511) fingen die ersten Geflügelten des Jahres Mitte April. — Der Flug blieb zunächst sehr schwach. Vom 18. bis 31. März 1952 wurden insgesamt 7, im ganzen April 10 *M. persicae* Sulz. und dazu 37 Geflügelte anderer Arten erbeutet. Auf dem Feld setzte meßbarer Flug erst am 28. 4. (*D. fabae* Scop.) ein; bis zum 1. 5. fingen sich hier 14 Geflügelte, darunter 1 *M. persicae* Sulz. Der Frühjahrsflug dauerte bis zum 27. 5.; er war im Verhältnis zum Sommerflug viel schwächer als im Vorjahr. Das Tagesmaximum betrug im Garten nur 44, auf dem Feld 23 und die Gesamtsumme 1,7 und 3,2 % des Sommerfluges. Dieser erreichte schon Ende Juni seinen Höhepunkt mit 1142 Geflügelten an einem Tag, er sank Anfang

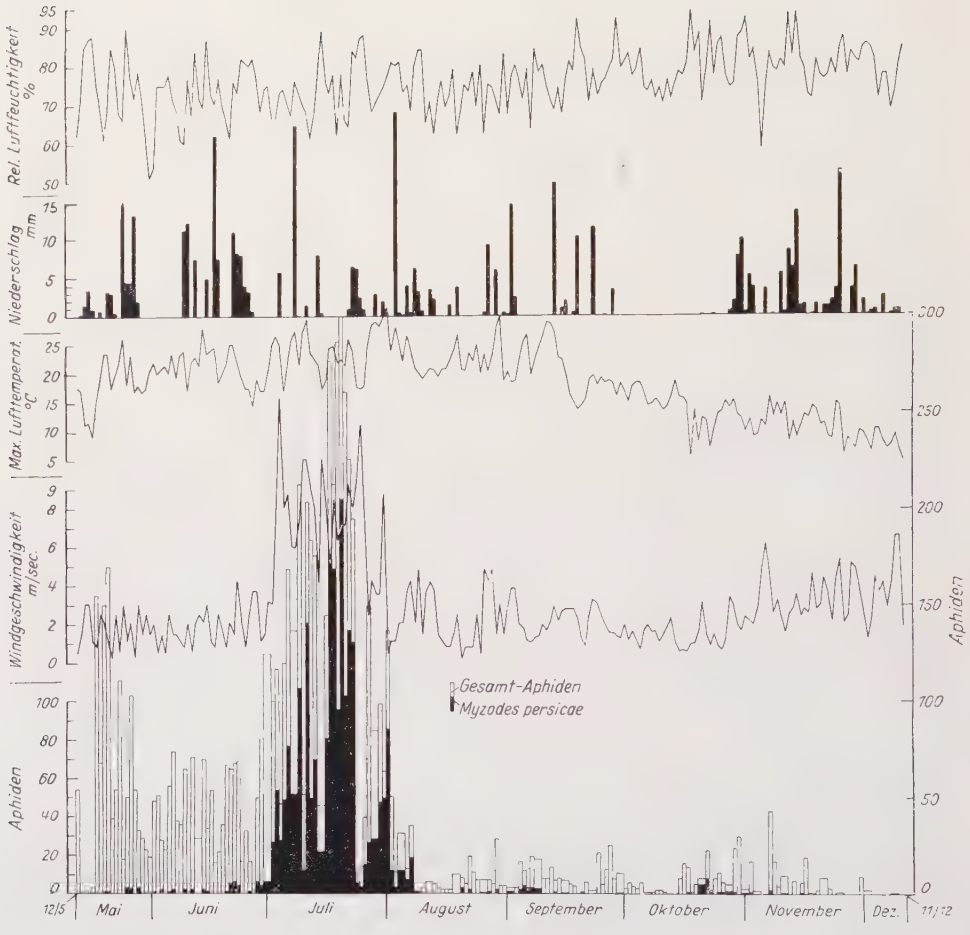

Abb. 11. Blattlausfänge in einer Gelbschale im Institutsgarten. Bonn 1951 (vgl. Abb. 10)

Juli (im Zusammenhang mit einer Schlechtwetterperiode) ab und hielt sich dann den ganzen Monat über und bis zum 15. August auf mittlerer Höhe. In der 2. Augusthälfte und den beiden ersten Septemberdekaden herrschte fast völlige Flugruhe; die täglichen Fangwerte blieben meistens unter 10. Am 22. 9. begann der Herbstflug, der im Garten mit einem Tagesmaximum von 185 weit über dem Frühjahrsflug lag und in seiner Gesamtzahl 15 % des Sommerfluges erreichte. Nach dem 5. 11. erlosch der Flug, im Zusammenhang mit Frostwetter, plötzlich und lebte auch später kaum mehr auf; eine einzelne Geflügelte wurde noch am 24. 11. gefangen. Auf dem Feld blieb der Herbstflug sehr schwach, weit unter dem Frühjahrsflug und erreichte nur 0,7 % des Sommerfluges. Wie im Vorjahr wirkten sich auch in diesem Jahr Schlechtwettertage zwar stark flughemmend, aber nur selten ganz flugverhindernd aus.

M. persicae Sulz. (Abb. 10) war 1951 beim Frühjahrsflug nur sehr schwach vertreten (1 % der Gesamtaphiden in dieser Zeit, 0,5 % der *M. persicae* Sulz. der ganzen Fangzeit). Sie wurde erst Anfang Juli häufiger

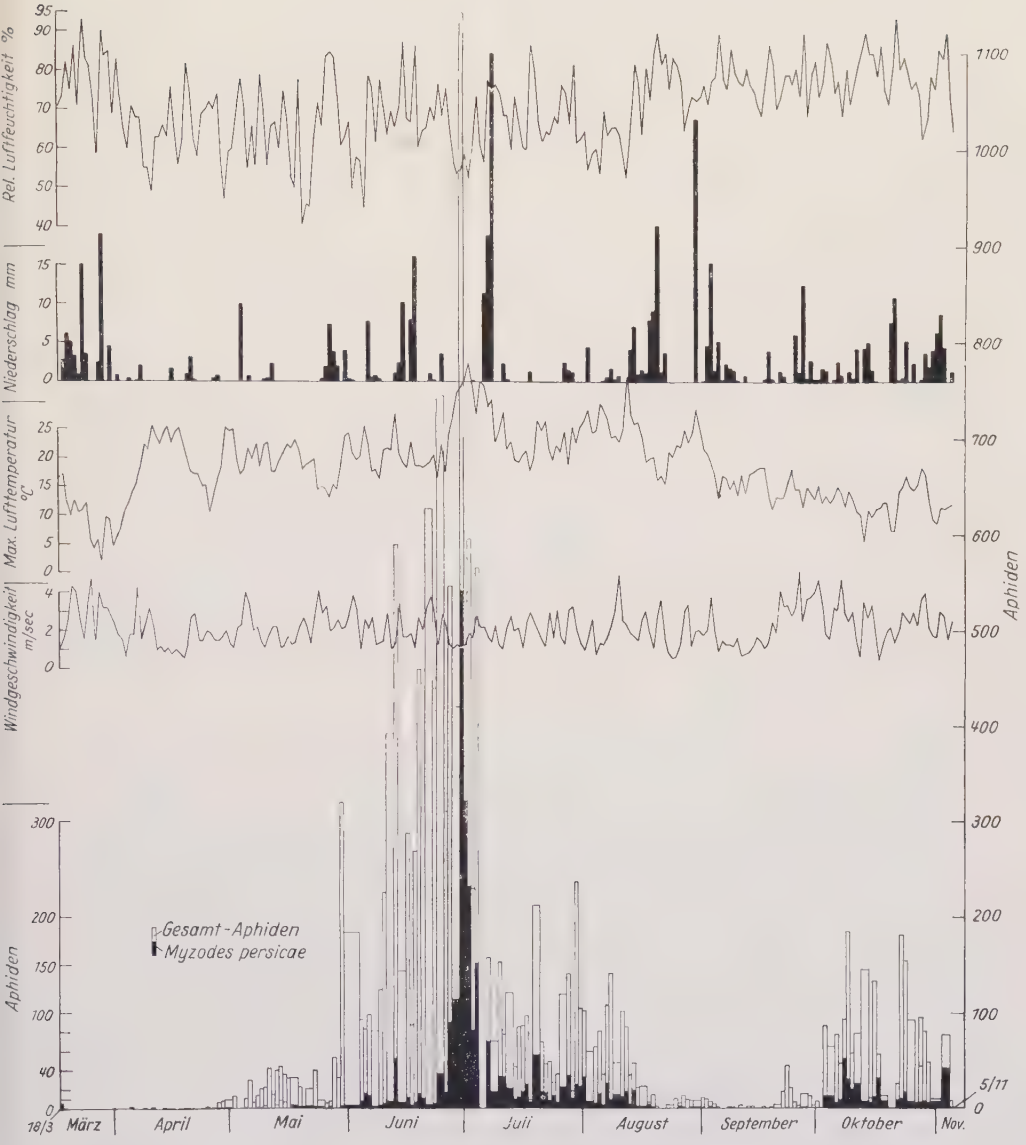

Abb. 12. Blattlausfänge in einer Gelbschale im Institutsgarten. Bonn 1952 (vgl. Abb. 10)

und bestritt dann an einzelnen Tagen über die Hälfte des Gesamtfluges, so daß sie einen durchschnittlichen Sommeranteil von über 37 % der Gesamtaphiden erreichte. Im Herbst flog sie schwach (8 % der Gesamtaphiden). 1952 war *M. persicae* Sulz. am Frühjahrsflug stärker als im Vorjahr, aber doch nur schwach beteiligt (im Garten 10 % der Aphiden dieser Zeit, 2 % der *M. persicae* Sulz. des Sommerflugs, im Feld 6,5 und 0,3 %). Im Sommer war der Anteil an den Gesamtläusen im Garten nur halb so hoch wie im Vorjahr (16 %), im Feld dagegen 35 %. Während des Herbstes machte *M. persicae* Sulz. 20 und 25 % der Gesamtaphiden aus.

Der Anteil am Jahresfang betrug 1951 (Garten) 30 %, 1952 im Garten 15 %, im Feld 35 %.

Zusammenfassend sei hervorgehoben:

Schon in der 2. Märzhälfte können Gewächshausläuse im Freiland Befalls- und Landeflüge ausführen. Stärkerer Flug setzte etwa Anfang Mai ein. Mitte November ist der Flug im wesentlichen beendet, einzelne Nachzügler kommen noch im Dezember vor. Die Dreiteilung des Blattlausfluges, die den 3 Hauptzeiten der Geflügeltenausbildung entspricht, läßt sich mit der Gelbschalenmethode nachweisen. Der Einschnitt zwischen Frühjahrs- und Sommerflug ist nur schwach und ohne völlige Flugruhe, derjenige zwischen Sommer- und Herbstflug dagegen deutlich durch eine etwa fünfwöchige, allerdings nicht vollständige Flugpause ausgeprägt. Der Sommerflug ist bei weitem am stärksten. Die Größe des Frühjahrs- und Herbstfluges wechselt mit dem Jahr und der Örtlichkeit. Auf schwachen Frühjahrsflug konnte starker Sommerflug folgen (Verhältnis 1 : 31; 1952), umgekehrt aber auch auf starken Frühjahrsflug verhältnismäßig schwacher Sommerflug (Verhältnis 1 : 5; 1951). Der Herbstflug erwies sich offenbar als besonders abhängig von der Örtlichkeit: im geschützten Garten war er 1952 20mal so stark wie auf dem freien Feld.

Der Anteil der einzelnen Arten konnte im Verlauf der 3 Flugperioden stark wechseln, ein Befund, der auch aus den Fangkurven von BROADBENT und DONCASTER (1949, S. 181) und von JOHNSON und EASTOP (1951, S. 19) hervorgeht. So hatte *M. persicae* im Frühsommer, auch wenn man die ersten Junitage, die zu ihrem Frühjahrsflug dazugehören, mitberücksichtigt, durchweg einen viel geringeren Anteil an den Gesamtaphiden als im Hochsommer. Daraus folgt, daß es auch Arten geben muß, die im Frühsommer anteilmäßig (wenn auch nicht absolut) stärker fliegen als im Hochsommer; anders ausgedrückt, bei *M. persicae* Sulz. entwickelt sich aus einer kleinen Geflügeltenzahl im Frühsommer eine Massenpopulation im Hochsommer, was mit der Häufigkeit ihrer Wirtspflanzen zusammenhängen mag. Andere Arten erreichen dagegen, obwohl sie im Frühsommer häufiger sind, im Hochsommer die Zahlen von *M. persicae* Sulz. bei weitem nicht. Der Anteil von *M. persicae* Sulz. an den Gesamtläusen übertraf den aller anderen Arten (von *D. fabae* Scop. abgesehen) um das Mehrfache; er erreichte im Durchschnitt des ganzen Jahresfluges 15—35 %. In England liegen die Verhältnisse anders. Hier blieb diese Art immer hinter andern weit zurück und erreichte nur etwa 2 % (DONCASTER und GREGORY 1948, S. 52), 1,1 bis 6,7 % (BROADBENT & DONCASTER 1949, S. 181) oder etwa 8 % (JOHNSON und EASTOP 1951, S. 23). Allerdings sind die englischen Ergebnisse mit Leim- bzw. mit Saugfallen gewonnen worden. Es ist denkbar, daß die Unterschiede bei gleicher Methode und bei gleicher Fanghöhe (worauf BROADBENT 1948 a hinweist) geringer gewesen wären.

F Die Ansiedlung auf der Wirtspflanze und das Gebären von Jungen

Mit der Ansiedlung auf der Wirtspflanze und dem Gebären von Jungen ist das Ziel des Flugs und damit die biologische Aufgabe der geflügelten Form der Blattläuse erreicht: es ist neuer Lebensraum gewonnen. Dieselben Faktoren, die während des Befallsflugs das Wechselspiel zwischen Landung, Aufenthalt auf der Pflanze und Wiederabflug beeinflussen, entscheiden nun

darüber, ob die Ansiedlung lebenslänglich ist oder ob die Geflügelte nach der Ablage von einigen Jungen zu erneutem Befallsflug ansetzt. Manche Arten sind auf der Wirtspflanze sehr seßhaft. Um ein geflügeltes Tier findet man oft eine große Schar von Jungen, so etwa bei *Brevicoryne brassicae* L. und bei *Hyalopterus pruni* Geoffr. (Dill 1937). Andere Arten wie *M. persicae* Sulz. und die Erdbeerlaus *(Pentatrichopus fragaefolii* [Cock.]) (Dicker 1952) sind fluglustiger. Sie gebären vielfach nur 1—2 Junge und fliegen wieder ab. Der Einfluß des Alters der Laus auf die Seßhaftigkeit wurde schon früher erwähnt. Witterungsfaktoren wirken sich — wie man annehmen darf — auch nach der Ansiedlung auf die Fluglust aus, so daß die Zahl der Wiederabflüge nach dem Gebären von Jungen je nach dem Mikroklima verschieden hoch ist. Von besonderer Bedeutung ist der Wert der Nahrung. So ist *M. persicae* Sulz. auf alten Zuckerrüben weniger seßhaft als auf jungen (Steudel 1952). Bei *D. fabae* Scop. fand Müller (1953 a) kleine, von den Geflügelten verlassene Kolonien auf ungünstiger Sorte (Rastatter) häufiger als auf günstiger Sorte (Schlanstetter).

Witterungsbedingungen und insbesondere Nahrung beeinflussen auch die Lebensdauer und die Jungenzahl. Ein eindrucksvolles Beispiel dafür zeigte sich beim Vergleich des Zugflugs von *Hyal. pruni* Geoffr. zu Schilf- *(Phragmites communis)* und Irisblättern. Beide wurden (ihrer Farbe wegen) stark beflogen und auf beiden Pflanzen waren die Tiere sehr seßhaft. Während sie jedoch auf Schilf im Verlauf längerer Zeit eine große Zahl von Jungen gebaren, starben sie auf Iris in 2 bis 3 Tagen ab und hatten keine oder höchstens 2 Junge geboren. Ähnliche Extreme fand Arenz (1951 a, b) bei *M. persicae* Sulz. auf verschiedenen Kartoffelsorten, wobei es sich allerdings um ungeflügelte Tiere handelte. Auf „Ackersegen" ging eine künstlich übertragene Population — unter seinen Versuchsbedingungen — nach kurzer Zeit ein, während sich eine solche auf „Sieglinde" stark vermehrte. Entsprechende Ergebnisse erbrachte der Vergleich von gesundem und blattrollkrankem Ackersegen. Wie die Untersuchungen von Kennedy und Booth (1951) zeigten, wirkt sich der physiologische Zustand der Pflanze nicht nur auf die Seßhaftigkeit, sondern ebenso auf die Vermehrungsrate aus. Diese war auf jungen und auf abreifenden Blättern oft mehrmals so hoch wie auf ausgewachsenen.

III. Besprechung der Ergebnisse

a. Vom sinnes-physiologischen Standpunkt aus sei hervorgehoben:

1) Der Einfluß von Form und Größe des Farblandereizes und die Bedeutung von Farbreizintensität und -dauer,

2) das artspezifische Verhalten gegenüber ungesättigten Farben und spezifischen Pflanzenreizen,

3) die Bedeutung der Umgebung des Farbreizes,

4) der Einfluß von Flug- und Befallsstimmung.

1. Die Farblandereaktion wird offenbar weder von einer bestimmten Form noch von einer bestimmten Ausdehnung des Farbreizes wesentlich beeinflußt, wie das für das hoch entwickelte Auge und Zentral-

nervensystem der Biene zutrifft; vielmehr ist nur die Intensität des Reizes entscheidend. Eine Mindestgröße der Farbfläche ist selbstverständlich Voraussetzung für eine Reizwirkung. Es genügt eine gelbe Scheibe von 2,5 cm Durchmesser. Das entspricht, wenn man eine Entfernung von 10 cm annimmt, bei der eine Reaktion auf diese Fläche erfolgt, einem Winkel von 14°. Bei Versuchen mit ungeflügelten Tieren, die in einer Arena gegen Farbstreifen liefen, wurde ein Winkel von etwa 5° ermittelt. Der Farbreiz ist in weiten Grenzen unabhängig von der absoluten Lichtintensität, vielmehr kommt es auf das Verhältnis von auffallendem zum zurückgestrahlten Licht, also auf die Albedo an, was ja beim Sehen den Normalfall darstellt. Eine obere Intensitätsgrenze konnte nicht festgestellt werden, sie ist beim hellsten Tageslicht noch nicht erreicht. Die untere Grenze, bei der eine Farbunterscheidung und Farbreaktion noch zu beobachten ist, liegt im Bereich von 1—10 Lx.

Das manchmal zu beobachtende bevorzugte Landen auf senkrechter Fläche ist wahrscheinlich auf das allgemeine Flugverhalten zurückzuführen. Es wäre allerdings auch denkbar, daß ein Farbreiz, der die nach vorn gerichteten Ommen trifft, stärker und schneller beantwortet wird als bei Reizung der unteren Ommen, wobei dieser Unterschied wieder stimmungsabhängig sein könnte.

Schwache (grüne) Reize erhalten durch längere Reizdauer offenbar nicht die gleiche Wirkung wie starke (gelbe) Reize von kurzer Dauer; zwar reagieren manche Tiere erst nach längerer Einwirkung eines solchen Reizes (Flug über größere grüne Fläche), dasselbe trifft aber in ähnlicher Weise für den Gelbreiz zu.

2. Besonders beachtenswert erscheint die spezifische Reaktion einzelner Arten auf ungesättigte Farben, insbesondere von *Hyalopterus pruni* Geoffr. auf ein Graugrün und von *Capitophorus* spec. auf ein Schwärzlichgrün. Nach den früheren Untersuchungen (MOERICKE 1952), die gewissermaßen eine Eigenschaft der Unterordnung Aphidina herausstellten, galt: der Rot-Gelb-Grün-Bereich wird einheitlich mit Landereaktion beantwortet, qualitative Unterschiede bestehen innerhalb dieses Bereiches nicht, wohl aber hat Gelb die stärkste Reizwirkung und eine gesättigte Farbe eine stärkere als eine ungesättigte. Es ist also eine allgemeine und reine Farbreaktion.

Diese bisherige allgemeine Feststellung, die zweifellos für die Unterordnung zutrifft, muß nun für einzelne Arten innerhalb dieser Unterordnung eingeschränkt oder erweitert werden: einzelne Arten haben sich aus diesem Grundverhalten herausdifferenziert. Diese Differenzierung ist zum Teil nur gering und besteht darin, daß manche ungesättigte Farben zwar weniger als Gelb, aber — im Vergleich zu anderen Arten — doch noch deutlich mit Landereaktion beantwortet werden *(M. persicae, Br. brassicae);* zum Teil ist sie so weit fortgeschritten, daß bestimmte ungesättigte Farben als ganz spezifische Reize wirken, und zwar stärker als der Gelbreiz (*Hyalopterus pruni* Geoffr.). Eine sinnesphysiologische Deutung dieses Befundes ist schwierig. Von der Kombination einer Farbe mit einer Helligkeitsreaktion, wie es R. LOTMAR (1933) bei der Biene zeigte, kann man wohl nicht sprechen, sonst müßte auch eine bestimmte Graustufe wenigstens etwas beflogen werden, was nicht zutrifft. Auch müßte es dann bei *H. pruni* Geoffr. ein bestimmtes reines Grün oder Orange

geben, das die gleiche Wirkung wie Graugrün hätte, was ebenfalls nicht der Fall ist. So kann man vorläufig nur feststellen, daß hier eine angeborene bevorzugte Reaktion auf einen Lichtreiz von ganz bestimmter λ-Kurve erfolgt. Möglicherweise spielt hier das Ultraviolett oder das Ultrarot eine Rolle; dann wäre die Farbe ü. U. nur für unser Auge, nicht aber für das Blattlausauge stark ungesättigt.

Die spezifische Reaktion einzelner Blattlausarten auf ganz bestimmte Farbreize läßt eine entsprechende spezifische Reaktion auf die Farbe der Wirtspflanze als wahrscheinlich erscheinen. Verschiedene Ergebnisse deuten darauf hin, so das Verhalten von *Br. brassicae* L. gegenüber Kohlblättern und vor allem das von *H. pruni* Geoffr.; ist doch die Farbe des graugrünen Papiers der des Schilfes, ihres Sommerwirtes, sehr ähnlich. Man darf also Anpassungen von Blattlausarten an die Farbe ihrer Wirtspflanze annehmen, wobei möglicherweise UV- und UR-Strahlungen von Einfluß sind; die biologische Bedeutung der Reaktion auf ungesättigte Farben wäre in solchen Anpassungen zu suchen. Umgekehrt kann man bei Pflanzen mit stark bewachsten oder rot gefärbten Blättern, die einen schwachen oder keinen Landereiz darstellen, von einem Farbschutz gegenüber dem Zuflug durch Blattläuse sprechen.

Trotzdem darf man bei aller Bedeutung, die nach den bisherigen Untersuchungen der Farbreiz für das Landen auf Pflanzen und im besonderen auf der Wirtspflanze hat, doch nicht übersehen, daß es Fälle gibt, wo der Farbreiz zur Erklärung des Zuflugs nach den jetzigen Kenntnissen nicht ausreicht. Dies gilt für Pflanzen mit rot gefärbten Blättern und vielleicht auch für sehr kleine Pflanzen. Auch bedarf der Zuflug zur Wirtspflanze im Herbst, der oft in nur wenigen Flugstunden stattfinden muß, vielleicht außer dem Farbreiz und dem angeborenen Einhalten einer bestimmten Flughöhe einer weiteren, möglicherweise geruchlichen Leitung. Schließlich muß an die Blattlausarten gedacht werden, die nicht oder kaum in Gelbschalen einfliegen. Es gibt deren mehrere, wie der Vergleich von Gelbschalen- und Saugfallenfängen (1953) zeigte. Vielleicht handelt es sich hier teilweise um Geruchsspezialisten.

3. Die Befunde über das Verhalten bei verschiedener Umgebung des Farbreizes, das mindestens teilweise optisch bestimmt ist, zeigen deutlich, welchen großen Einfluß Farbreize bei der Landereaktion besitzen und wie fein abgestuft und abgestimmt die Reaktion der einzelnen Arten ist. Bei blauer und bei rein weißer Umgebung des gelben Landereizes ist die Reaktion offenbar bei allen Blattlausarten stark beeinträchtigt. Bei schwarzer Umgebung ist das Verhalten verschieden. Welche Strahlung bei „Weiß" die entscheidende ist, kann bisher nur vermutet werden, es könnte das Ultraviolett sein. Ob die Umgebungsreize zeitlich vor dem Gelbreiz wirken und die Tiere sofort zu einer phobischen Reaktion, einer Änderung der Flugrichtung, veranlassen oder ob der gleichzeitige Eindruck des Umgebungs- und des Landereizes die Landereaktion hemmt, steht noch dahin. Über die Natur des „Erdfaktors" als eines fördernden Umgebungsreizes und über die Bedeutung der ganzen Erscheinung für das Auffinden der Wirtspflanze kann noch nichts Sicheres gesagt werden; vielleicht spielt hier die geringe UV-Remission der Erde eine Rolle.

4. Aus den Beobachtungen über das Verhalten der Tiere sei auf die verschiedenen Stimmungen und auf die arteigene Flughöhe im Herbst

hingewiesen. Während der Flugstimmung, die aus inneren Ursachen entsteht und durch Außenfaktoren nur wenig beeinflußt wird, reagieren die Tiere positiv phototaktisch. Farben wirken nicht als Landereize. In der Befallsstimmung, die wohl ebenfalls durch innere Entwicklungsvorgänge entsteht, ist das Verhalten gegenüber einer Farbreizfläche verschieden. Manche Arten — so kann man wenigstens vermuten — reagieren überhaupt nicht auf die Farbe. Bei den anderen Arten wird der Farbreiz nicht durchweg mit Landung beantwortet, vielmehr zeigen einzelne Tiere keine Reaktion, andere setzen zwar zur Landung an, drehen aber noch in der Luft vor Erreichen der Farbfläche wieder ab („Tanzen"). Sie sind entweder noch nicht ganz landegestimmt und werden dieses erst im Verlauf längeren Flugs oder sie werden zu solchem Verhalten durch bestimmte Witterungs- („Schwärmflug"-) Bedingungen oder durch ungünstige Umgebungsreize (Blau, Weiß, z. T. auch Schwarz), vielleicht auch durch Mangel an günstigen Umgebungsreizen, wie sie von brachem Erdboden, vielleicht auch von der Wirtspflanze ausgehen mögen, veranlaßt.

b) Im Hinblick auf epidemiologische Fragen sei auf das Problem des Zuflugs zu einzelnen oder in einem Bestand stehenden Pflanzen und auf das des Flug- und Massenwechsels eingegangen.

Jede grüne Pflanze wirkt für Blattläuse immer als Farbreiz, sie wird also Zuflug von all den Arten, die eine Farblandereaktion zeigen, erhalten. Der Zuflug ist um so größer, je gesättigter das Grün ist; dies trifft wenigstens für viele, allerdings nicht für alle farbtüchtigen Blattlausarten zu. Pflanzen mit jungen frischgrünen und solche mit absterbenden oder kranken vergilbten Blättern bieten von der Farbe her einen besonderen Anreiz zur Landung. Kleine Pflanzen können auf Grund ihres Farbreizes schon beflogen werden, wenn die Farbfläche das Ausmaß von wenigstens 5×5 cm hat. Sind solche Pflanzen von brachem Boden umgeben, stehen sie also im noch nicht geschlossenen Bestand, so ist ihre Landereizwirkung verstärkt. Ob diese allerdings genügt, um den oft erheblichen Zuflug (vgl. auch MÜLLER 1953 b) zu erklären, ist nicht ganz sicher. Daß sich die einzelnen Böden je nach ihrer Farbe, also insbesondere heller Sand- und dunkler Moorboden, unterscheiden, kann man vermuten. Die Stellung der Blätter einer Pflanze ist nicht ohne Bedeutung für den Zuflug: gegenüber waagrechter Lage bieten mehr oder minder senkrecht stehende Blätter manchmal einen bevorzugten Landeplatz, außerdem ist ihr Farbwert infolge durchfallenden Lichtes erhöht.

Im geschlossenen Bestand ist eine Pflanze u. U. am Rand und an etwaigen Feldlücken dem Zuflug besonders ausgesetzt, am Feldrand nicht nur, weil die Tiere hier bei ihrem langsam dahinziehenden Befallsflug zuerst auftreffen, sondern auch wegen des Farbreizes und wegen der erhöhten Farbreizwirkung in Nachbarschaft von unbepflanztem Boden (falls der Rand an solchen grenzt); dasselbe wird für Feldlücken gelten. Trotzdem macht der Befallsflug der Blattläuse am Feldrand keineswegs halt; das beweisen die Fänge mitten im Bestand. Offenbar gibt es einen beträchtlichen Teil der Tiere, die auf den Farbreiz am Rand noch nicht, sondern erst nach längerer Einwirkungsdauer des Reizes und bei besonders günstigen Bedingungen landen.

Der beschriebene allgemeine Blattlauszuflug zur grünen Pflanze erfährt durch spezifische Farbreize der Pflanzen Abstufungen je nach der Blattlaus-

art. Bei manchen Arten sind diese gering; manche Arten *(M. persicae* Sulz., *Brev. brassicae* L.) zeigen wenigstens eine gewisse Tendenz zu besonderem, vermutlich mit der Wirtspflanze zusammenhängenden Farbton; dies zeigt sich darin, daß eine Farbe für eine bestimmte Art einen schwachen, aber noch deutlichen Reiz darstellt, während sie von anderen Arten fast oder ganz unberücksichtigt bleibt. Schließlich gibt es Arten, die eine ganz spezifische Anpassung an den Farbton der Wirtspflanze besitzen, so daß dieser einen stärkeren Reiz als reines Gelb darstellt *(Hyal. pruni* Geoffr.).

Ob außerdem ein spezifischer Duftreiz allein oder als Begleitreiz zur Farbe hinzukommt, ist noch nicht nachgewiesen.

Bei der Empfindlichkeit der Farbreaktion muß man damit rechnen, daß die durch Düngung und Gesundheitszustand beeinflußte Blattfarbe sich auf die Höhe des Zuflugs auswirkt. Ob durch die zur Zeit üblichen Insektizidspritzungen die Landungen der Geflügelten gefördert werden, ist noch zu untersuchen (für Kupferkalkbrühe-Spritzungen ist dies von Moore, 1935 und 1937, nachgewiesen worden); ob es umgekehrt möglich sein wird, die Landereaktion durch Anwendung von Chemikalien zu beeinträchtigen, steht dahin.

Die Geflügelten werden nach ihrem Distanzflug, der sie in einige Höhe führt, ziemlich gleichmäßig verteilt, insbesondere unabhängig von den Mutterpflanzen im Bodenbereich ankommen. Trotzdem muß man mit einer gewissen Häufung der Geflügelten einer Art in der Nähe der Pflanzen, auf denen sie entstanden sind, rechnen — zahlreiche Beobachtungen sprechen dafür (s. Broadbent 1953). Hier muß es sich um Tiere handeln, deren Flugorgane oder — vermutlich — deren Flugstimmung nicht voll entwickelt ist: sie führen nur kurze Flüge aus. Solche Tiere mögen zwar im Verhältnis zu den gleichzeitig entstandenen voll entwickelten und weit fliegenden Tieren wenig zahlreich sein. Da sie aber infolge der kurzen Flüge auf engem Raum konzentriert bleiben, während sich die anderen verteilen, können sie unter den landenden Tieren erheblich ins Gewicht fallen. Trotzdem erreicht die einer Pflanze zugeordnete Blattlausart zahlenmäßig vielfach die bestandsfremden Blattlausarten bei weitem nicht.

Von erheblichem Einfluß auf die Befallsflugdichte sind mikroklimatische Faktoren. An windgeschützten Stellen häufen sich die Geflügelten, da ihnen nur bei fast völliger Windstille Befallsflüge möglich sind. Vielleicht gibt es auch noch andere Ursachen für die Häufung an bestimmten Stellen; denn es treten — wenigstens in den Gelbschalen — große Unterschiede innerhalb eines Bestandes und vor allem von Bestand zu Bestand auf, die man kaum mikroklimatisch deuten kann.

Der Zuflug zu Pflanzen währt den ganzen Tag über (mit vielfach 2 Maxima), die Fluglust kann am Abend bei 500 bis 300 Lx noch groß sein; sie nimmt dann aber ab, so daß die letzten Landungen zum Übernachten — meist immer noch auf einen Farbreiz hin — bei starker Dämmerung (50—1 Lx) stattfinden. Schon zu dieser Zeit wird also die Luft, auch in größeren Höhen, wenigstens an ruhigen Abenden von Blattläusen nahezu rein sein. Die Temperatur bildet im Bonner Gebiet im Sommer gewöhnlich keine Flugbegrenzung, wohl aber im Herbst; doch kommt es zu dieser Jahreszeit an ruhigen Tagen schon dann zu Massenflügen, wenn die Lufttemperatur nur wenige Stunden über 12—14° C steigt.

Das Verhältnis vom Frühsommer- zum Sommerflug ist bei den einzelnen Arten verschieden; *M. persicae* Sulz. hat an jenem nur einen geringen Anteil (1 bis 10 %), an diesem aber einen hohen (bis 37 %). Vermutlich hängt dies mit der Häufung ihrer Sommerwirtspflanze zusammen.

Wieviele unter den Geflügelten werden nun das Ziel ihres Fluges, die Wirtspflanze, erreichen? Einen Prozentsatz wird man vorläufig nicht angeben können. Auch läßt sich der Einfluß, den die Häufigkeit der Wirtspflanze, ihre Verbreitung und ihre Umgebung auf diesen Prozentsatz ausübt, noch nicht übersehen. Eines aber wird bei dieser Frage deutlich: im Frühsommer und vor allem im Herbst gelingt es den Geflügelten offenbar viel leichter, eine geeignete Wirtspflanze zu finden, als im Sommer. Folgt doch auf die verhältnismäßig schwache Geflügeltenausbildung in diesen Jahreszeiten oft ein erheblicher Beflug der Wirtspflanzen. Anders liegen die Verhältnisse im Hochsommer. Die Geflügelten, die im Juli entstehen und abfliegen, führen meist nicht zu einem starken Beflug, oder dieser ist nur vorübergehend. Es folgt ja im August die blattlausärmste Zeit des Sommers. Der größte Teil der ungeheuren Geflügeltenmassen bleibt also ohne Nachkommenschaft. Man darf daraus wohl folgendes ableiten (vgl. KENNEDY 1950 a und MÜLLER und UNGER 1951 b): das Ziel der Geflügelten im Hochsommer ist nicht schlechthin die Wirtspflanze; fliegen sie doch alle von der gleichen Pflanzenart ab, die auch wieder das Ziel des Fluges ist. Viele Wirtspflanzen sind aber zu dieser Zeit für die Entwicklung einer Population ungünstig: die Blätter sind in dem für viele Blattlausarten ungeeigneten, ausgewachsenen Zustand, die Blattlausfeinde treten auf ihnen gehäuft auf, und die Temperaturen am Standort sind zu hoch. Ziel des Hochsommerfluges sind deshalb die wenigen, zu dieser Zeit noch geeigneten Wirtspflanzen am günstigen Standort. Dieses Ziel wird erreicht durch die Massenerzeugung von Geflügelten und ihre Zerstreuung über weite Gebiete hin. Einige Tiere finden schließlich einen Standort, wo eine Vermehrung möglich ist. Dabei hat das Schwärmen, das Nichtseßhaftwerden auf einer Wirtspflanze an ungünstigem Standort und ganz allgemein der Einfluß von Klima und vielleicht noch anderen Faktoren auf Landung und Seßhaftigkeit der Geflügelten eine große Bedeutung.

c) Vom virusepidemiologischen Standpunkt aus sei besonders auf den erhöhten Zuflug zu jungen und zu vergilbten Pflanzen hingewiesen. Dadurch wird die Virusaufnahme — soweit es sich um virusvergilbte Pflanzen handelt — und die Virusabgabe — soweit junge Pflanzen empfänglicher sind als alte — gefördert. Besonderer Verseuchungsgefahr sind lückige Bestände, möglicherweise auch Lücken als Folge von Selektionsmaßnahmen, ausgesetzt, da hier bevorzugter Anflug herrscht. Die Landung zahlreicher, auch nicht zugeordneter Blattlausarten auf den Pflanzen bringt insbesondere die Gefahr der Verseuchung mit solchen Virosen mit sich, die einen großen Wirtspflanzenkreis oder eine große Zahl von Überträgern haben.

Die Farbschalen haben sich als methodisches Hilfsmittel zur Erfassung der Farblandereaktion bewährt. Die Flugdichte der über einem Gelände fliegenden landegestimmten Blattlausarten (soweit sie die Farblandreaktion zeigen) kann mit ihnen, allerdings mit Einschränkung, bestimmt werden: die Werte sind abhängig von der Umgebung der Schalen; in einem Pflanzenbestand läßt sich aus den Fängen nicht sicher auf die

Flugdichte über diesem und nicht sicher auf die Häufigkeit der Landungen auf den Pflanzen selbst schließen. Die Schalen können zu hohe Werte angeben, wenn ihre Wirkung die der Pflanzen übertrifft oder, im umgekehrten Fall, zu geringe, dies allerdings nur in Sonderfällen.

Die Gelbschalen werden heute an verschiedenen Stellen praktisch angewendet, um den Flug einzelner Blattlausarten (und auch den Flug von *Ceutorrhynchus pleurostigma* Marsh., s. SCHRÖDTER und SCHEIDING 1953) zu erfassen. Besondere Bedeutung haben sie erlangt zur Feststellung des Beginns des Hauptsommerflugs von *M. persicae* Sulz., um Spritz- und Frührodetermine bei Saatkartoffeln festlegen zu können. Als neue Gesichtspunkte für die praktische Anwendung ergeben sich: zum Fang von *M. persicae* Sulz. wird es keine bessere Farbe geben als gesättigtes Gelb, vermutlich auch keine Farbe, durch die eine Auslese unter den Blattlausarten zugunsten von *M. persicae* zustande kommt. Bei manchen anderen Arten wäre das eher möglich (*H. pruni* Geoffr.). Solche Fälle sind noch kaum bekannt; das kann damit zusammenhängen, daß es eine ganze Reihe von Arten gibt, die bisher in Gelbschalen kaum oder nicht erfaßt wurden und die vielleicht auf spezielle Farben reagieren. — Als Schalengröße wird eine solche von 34×34 cm am flächenintensivsten fangen. — Die Aufstellung der Gelbschalen soll, wenn es auf möglichst große Fänge ankommt, nicht in einem Bestand erfolgen, sondern in dessen Nachbarschaft an einer windgeschützten Stelle auf brachem Boden (vgl. auch MÜLLER und UNGER 1952, S. 209 und 226).

Zusammenfassung

Die vier Lebensabschnitte der geflügelten Blattläuse (Abb. 1), von der Zeit nach der Häutung bis zur Besiedlung der Wirtspflanze, werden beschrieben und die Ergebnisse neuer Untersuchungen darüber mitgeteilt.

Unter diesen seien hervorgehoben:

1. Flugbegrenzende Faktoren am Abend waren im Sommer das Licht, im Herbst die Temperatur: Flüge und Landungen sind bei 300 Lx noch häufig, bei 50—1 Lx hören sie auf; sie unterbleiben, wenn das Tagesmaximum der Lufttemperatur unter 10° C liegt und werden abends bei 8° C eingestellt.

2. Im Herbst halten manche Arten eine spezifische Höhenlage beim Befallsflug ein, was teilweise im Zusammenhang mit der Höhe ihrer Wirtspflanze stehen wird.

3. An manchen Tagen landen die Tiere bevorzugt auf senkrechter, an anderen auf waagrechter Farbfläche.

4. Im Befallsflug beantworten nicht alle Tiere den Gelbreiz mit Landen. Manche zeigen keine Reaktion, andere „tanzen", d. h. sie fliegen im Bereich des Gelbreizes hin und her, ohne zu landen.

5. Eine gelbe Farbfläche von 2,6 cm und eine grüne von 4,8 cm Durchmesser kann schon als Landereiz wirksam sein. In großen Schalen (70×70 cm) und auf liegenden Tüchern (100×100 cm) erhält eine Randzone von 10—20 cm Breite den stärksten Anflug.

6. Die Farbreaktion auf Gelb ist bei hellstem Sonnenwetter nicht beeinträchtigt. Die untere Intensitätsgrenze liegt bei 1 Lx Himmelshellig-

keit. Auch in der Dämmerung landen die Tiere also nicht wahllos, sondern auf Farbreize hin.

7. Schwarz-farbig gestreifte Flächen erhalten weniger Zuflug als einheitlich farbige, schwarz-weiße ebensowenig wie schwarze oder weiße.

8. Gelbe Flächen haben auch ohne UV- oder UR-Remission eine starke Reizwirkung.

9. Die meisten Arten bevorzugen gesättigtes Gelb vor allen anderen Farben. Eine Ausnahme macht *Hyalopterus pruni* Geoffr. Sie reagiert auf ein Graugrün stärker als auf Gelb.

10. Die Farbe natürlicher Blätter wirkt für viele Blattlausarten je nach dem Sättigungsgrad: frischgrüne oder gelbliche Salat-, junge Ahorn- oder yellowkranke Rübenblätter stärker als dunkel- oder milchiggrüne gesunde Rüben-, Kartoffel- oder gar Weißkohlblätter. Der Farbe des Rotkohls kann keine Reizwirkung zugesprochen werden. Eine spezielle Anpassung an die Farbe der Wirtspflanze ist bei *Hyalopterus pruni* anzunehmen, wo ein stark beflogenes Graugrün der Farbe des Sommerwirts (Schilf) entspricht. Bei anderen Arten ist eine solche Anpassung nicht oder viel schwächer ausgeprägt.

11. Die Umgebung der Gelbflächen hat einen entscheidenden Einfluß auf deren Fängigkeit. Bei pflanzenfreiem Boden als Umgebung landen die Geflügelten meist besonders häufig, bei weißer oder blauer Fläche dagegen nur selten. Bei schwarzer Umgebung verhalten sich die Arten verschieden.

12. Der Nachweis von spezifischen Duftreizen ist nicht gelungen. Die Möglichkeit, daß solche bei manchen Arten als Begleitreize neben dem Farbreiz wirksam sind, bleibt bestehen.

13. Gelbschalen erhalten auch inmitten eines Pflanzenbestandes Zuflug, insbesondere wenn sie in einer Feldlücke stehen; bei verschiedenartigen Beständen kann der Zuflug sehr unterschiedlich sein.

14. Die ersten Befalls- und Landeflüge im Freien können in der 2. Märzhälfte (*Myzodes persicae*, aus Gewächshaus entwichen), die letzten im Dezember stattfinden. Die drei Hauptflugzeiten des Jahres lassen sich mit der Gelbschalenmethode gut erfassen. *M. persicae* war im Frühsommer schwach (1—10 %), im Hochsommer stark (bis 37 %) vertreten.

15. Bei der praktischen Anwendung der Gelbschalen als Fallen stellt man diese besser nicht in einen Pflanzenbestand, sondern auf pflanzenfreien Boden an windgeschützten Ort.

Literaturverzeichnis

ARENZ, B. (1951 a). Weitere Ergebnisse über die Resistenz der Kartoffel gegen die Pfirsichblattlaus. Z. PflBau, **2**, 63—67.

— — (1951 b). Der Einfluß verschiedener Faktoren auf die Resistenz der Kartoffel gegen die Pfirsichblattlaus. Z. PflBau, **2**, 49—62.

BLENCOWE, J. W. and TINSLEY, T. W. (1951). The influence of density of plant population on the incidence of yellows in sugar-beet crops. Ann. appl. Biol. **38**, 395—401.

BROADBENT, L. (1948 a). Aphis migration and the efficiency of the trapping method. Ann. appl. Biol. **35**, 379—94.

— — (1948 b). Methods of recording aphid populations for use in research on potato virus diseases. Ann. appl. Biol. **35**, 551—66.

Broadbent, L. (1949 a). Factors affecting the activity of alatae of the aphids *Myzus persicae* (Sulzer) and *Brevicoryne brassicae* L. Ann. appl. Biol. **36**, 40—62.
— — (1949 b). The grouping and overwintering of *Myzus persicae* (Sulzer) on *Prunus* species. Ann. appl. Biol. **36**, 334—40.
— — (1953). Aphids and Virus Diseases in Potato Grops. Biol. Rev. **28**, 350—380.
— — Chaudhuri, R. P., & Kapica, L. (1950). The spread of virus diseases to single potato plants. Ann. appl. Biol. **37**, 355—62.
— — & Doncaster, J. P. (1949). Alate aphids trapped in the British Isles, 1942—47. Ent. mon. Mag. **85**, 174—82.
— — Doncaster, J. P., Hull, R., & Watson, M. A. (1948). Equipment used for trapping and identifying alate aphides. Proc. R. ent. Soc. Lond. A, **23**, 57—8.
— — & Gregory, P. H. (1948). Experiments on the spread of rugose mosaic and leaf roll in potato crops in 1946. Ann. appl. Biol. **35**, 395—405.
— — Gregory, P. H., & Tinsley, T. W. (1952). The influence of planting date and manuring on the incidence of virus diseases in potato crops. Ann. appl. Biol. **39**, 509—24.
— — & Tinsley, T. W. (1951). Experiments on the colonization of potato plants by apterous and by alate aphids in relation to the spread of virus diseases. Ann. appl. Biol. **38**, 411—24.
Coad, B. R. (1931). Insects captured by airplane are found at surprising heigths. Yearb. U.S. Dept. Agric., 320—323.
Davies, W. M. (1932). Ecological studies on aphides infesting the potato crop. Bull. ent. Res. **23**, 535—48.
— — (1935). Studies on aphides infesting the potato crop. III. Effect of variation in relative humidity on the flight of *Myzus persicae* Sulz. Ann. appl. Biol. **22**, 106—15.
— — (1936). Studies on aphides infesting the potato crop. V. Laboratory experiments on the effect of wind velocity on the flight of *Myzus persicae* Sulz. Ann. appl. Biol. **23**, 401—8.
— — & Whitehead, T. (1935). Studies on aphides infesting the potato crop. IV. Notes on the migration and condition of alate *Myzus persicae* Sulz. Ann. appl. Biol. **22**, 549—56.
— — & Whitehead, T. (1938). Studies on aphides infesting the potato crop. VI. Aphis infestation of isolated plants. Ann. appl. Biol. **25**, 122—41.
Das, B. (1918). The Aphididae of Lahore. Memoirs of the Indian Museum **6**, 135—274.
Dicker, G. H. L. (1952). The Biology of the Strawberry Aphid, *Pentatrichopus fragaefolii* (Cock.), with special reference to the winged form. J. Hort. Sci. **27**, 151—178.
Dill, W. (1937). Der Entwicklungsgang der Mehligen Pflaumenblattlaus *Hyalopterus arundinis* Fabr. im schweizerischen Mittelland. Mitteilungen der Aargau. Naturforsch. Ges. **20**, 88 pp.
Doncaster, J. P., & Gregory, P. H. (1948). The spread of virus diseases in the potato crop. Agric. Res. Coun. Rep. **7**. London: H.M.S.O.
Eastop, V. F. (1951). Diurnal variation in the aerial density of Aphididae. Proc. R. ent. Soc. Lond. A, **26**, 129—34.
Elton, C. S. (1925). The dispersion of insects to Spitsbergen. Trans. ent. Soc. London pt. **1**, 289—290.
Engländer, H. (1941). Die Bedeutung der weißen Farbe für die Orientierung der Bienen am Stand. Arch. Bienenkde. **22**, 81—114.
Fenjves, P. (1945). Beiträge zur Kenntnis der Blattlaus *Myzus persicae* Sulz., Überträgerin der Blattrollkrankheit der Kartoffel. Mitt. schweiz. ent. Ges. **19**, 489—611.
Folsom, J. W. (1927). Calcium Arsenate as a Cause of Aphis Infestation. Jl. econ. Entom. **20**, 840—843.
Hartsuijker, K. (1952). De Vergelingsziekte der bieten. I. Sammenvattend verslag over het onderzoek in de jaren 1940—1948. Mededelingen van het Inst. voor Rationele Suikerproductie, Nr. **2**, Bergen op Zoom.
Heinze, K. (1948). Die Überwinterung der grünen Pfirsichblattlaus *Myzodes persicae* (Sulz.) und die Auswirkung der Überwinterungsquellen auf den Massenwechsel im Sommer. NachrBl. dtsch. PflSchDienst, Berl., N. F., **2**, 105—12, 145—48.
— — (1949). Zur Bekämpfung der grünen Pfirsichblattlaus. Dtsch. Landw., Berl., **3**, 37—38.
— — & Profft, J. (1938). Zur Lebensgeschichte und Verbreitung der Blattlaus *Myzodes persicae* (Sulz.) in Deutschland und ihre Bedeutung für die Verbreitung von Kartoffelviren. Landw. Jb. **86**, 483—500.

HEINZE, K. & PROFFT, J. (1940). Über die an der Kartoffel lebenden Blattlausarten und ihren Massenwechsel im Zusammenhang mit dem Auftreten von Kartoffelvirosen. Mitt. biol. Reichs-Anst. **60**, 164 S.

HOFFERBERT, W., & ORTH, H. (1948). Der Einfluß der Düngung auf die Wanderung der Pfirsichblattlaus. Kartoffelwirtschaft **4**, 79—80.

IBBOTSON, A., and KENNEDY, J. S. (1950). The distribution of aphid infestation in relation to leaf age. Ann. appl. Biol. **37**, 680—696.

— — and KENNEDY, J. S. (1951). Aggregation in Aphis fabae Scop. Ann. appl. Biol. **38**, 65—78.

JOHNSON, B. (1953). Flight Muscle Autolysis and Reproduction in Aphids. Nature **172**, 813—814.

JOHNSON, C. G. (1950 a). A suction trap for small airborne insects which automatically segregates the catch into successive hourly samples. Ann. appl. Biol. **37**, 80—91.

— — (1950 b). The comparison of suction trap, sticky trap and tow-net for the quantitative sampling of small airborne insects. Ann. appl. Biol. **37**, 268—285.

— — (1950 c). Infestation of a bean field by *Aphis fabae* Scop. in relation to wind direction. Ann. appl. Biol. **37**, 441—450.

— — (1951). The study of wind-borne insect populations in relation to terrestrial ecology, flight periodicity and the estimation of aerial populations. Sci. Progress **153**, 41—62.

— — (1952 a). A new approach to the problems of the spread of aphids and to insect trapping. Nature **170**, 147.

— — (1952 b). The role of population level, flight periodicity and climate in the dispersal of aphids. Trans. Ninth Int. Congr. Ent. **1**, 429—431.

— — (1952 c). The changing numbers of *Aphis fabae* Scop., flying at crop level, in relation to current weather and to the population on the crop. Ann. appl. Biol. **39**, 525—547.

— — and EASTOP, V. F. (1951). Aphids captured in a Rothamsted suction trap, 5 FT. above ground level, from June to November, 1947. Proc. R. Ent. Soc. Lond. (A) **26**, 17—24.

— — and PENMAN, H. L. (1951). Relationship of aphid density to altitude. Nature **168**, 337.

KENNEDY, J. S. (1950 a). Aphid migration and the spread of plant viruses. Nature **165**, 1024.

— — (1950 b). Host-finding and host-alternation in aphides. Verhandl. VIII. Intern. Kongr. Entom., 423—426.

— — and BOOTH, C. O. (1950). Methods for mass rearing and investigating the host relations of *Aphis fabae* Scop. Ann. appl. Biol. **37**, 451—470.

— — and BOOTH, C. O. (1951). Host alternation in *Aphis fabae* Scop. Ann. appl. Biol. **38**, 25—64.

— — IBBOTSON, A., & BOOTH, C. O. (1950). The distribution of aphid infestation in relation to leaf age. Ann. appl. Biol. **37**, 651—679.

LOTMAR, R. (1933). Neue Untersuchungen über den Farbensinn der Bienen, mit besonderer Berücksichtigung des Ultravioletts. Z. vergl. Physiol. **19**, 673—723.

MOERICKE, V. (1941). Zur Lebensweise der Pfirsichlaus *(Myzodes persicae* Sulz.) auf der Kartoffel. Diss. Bonn, 101 S.

— — (1951). Eine Farbfalle zur Kontrolle des Fluges von Blattläusen, insbesondere der Pfirsichblattlaus, *Myzodes persicae* (Sulz.). NachrBl. dtsch. PflSchDienst (Braunschweig) **3**, 23—4.

— — (1952). Farben als Landereize für geflügelte Blattläuse (Aphiden). Z. f. Naturforschung **7 b**, 304—309.

— — (1953). Wie finden geflügelte Blattläuse ihre Wirtspflanze? Mitt. Biol. Zentr.anst. Berl. **75**, 90—97.

MOORE, J. B. (1935). Studies of the reactions of potato aphids to sprayed and unsprayed potato leaves. J. econ. Entom. **28**, 436—442.

— — (1937). Reactions of aphids to colored insecticides. J. econ. Entom. **30**, 305—309.

MÜLLER, H. J. (1951). Über die Ursachen der unterschiedlichen Resistenz von *Vicia faba* L. gegenüber der Bohnenblattlaus *Doralis fabae* Scop. III. Über das Wirtswahlvermögen der Schwarzen Bohnenblattlaus *Doralis fabae* Scop. Züchter **21**, 161—179.

— — (1953 a). Über die Ursachen der unterschiedlichen Resistenz von *Vicia faba* L. gegenüber der Bohnenblattlaus *Doralis fabae* Scop. IV. Das Zustandekommen des unterschiedlichen Initialbefalls. Züchter **23**, 176—189.

Müller, H. J. (1953 b). Der Blattlaus-Befallsflug im Bereich eines Ackerbohnen- und eines Kartoffelbestandes. Beitr. z. Entom. **3**, 229—258.
— — & Unger, K. (1951 a). Über die Ursachen der unterschiedlichen Resistenz von *Vicia faba* L. gegenüber der Bohnenblattlaus *Doralis fabae* Scop. I. Der Verlauf des Massenwechsels von *Doralis fabae* Scop. in Abhängigkeit vom Witterungsverlauf 1949 in Quedlinburg. Züchter **21**, 1—30.
— — & Unger, K. (1951 b). Über die Ursachen der unterschiedlichen Resistenz von *Vicia faba* L. gegenüber der Bohnenblattlaus *Doralis fabae* Scop. II. Über die Fluggewohnheiten, besonders das sommerliche Schwärmen, von *Doralis fabae* und ihre Abhängigkeit vom Tagesgang der Witterungsfaktoren. Züchter **21**, 76—89.
— — & Unger, K. (1952). Über den Einfluß von Licht, Wind, Temperatur und Luftfeuchtigkeit auf den Befallsflug der Aphiden *Doralis fabae* Scop. und *Myzodes persicae* Sulz. sowie der Psyllide *Trioza nigricornis* Frst. Züchter **22**, 206—228.
Profft, J. (1939). Über Fluggewohnheiten der Blattläuse in Zusammenhang mit der Verbreitung von Kartoffelvirosen. Arb. physiol. angew. Ent. **6**, 119—45.
Rönnebeck, W. (1950 a). Zur Frage der chemischen Bekämpfung von *Myzodes persicae* Sulzer als Virusüberträger im Kartoffelfeld. Diss. Bonn, 81 S.
— — (1950 b). Über die Frühjahrsentwicklung der Grünen Pfirsichblattlaus *(Myzodes persicae* Sulzer) am Primärwirt im Hinblick auf ihre Bedeutung als Virusüberträger im Kartoffelfeld. Z. Pflanzenkrankh. u. Pflanzenschutz **57**, 351—357.
— — (1950 c). Zur Frage der chemischen Bekämpfung der Grünen Pfirsichblattlaus *(Myzodes persicae* Sulzer) als Virusüberträger im Kartoffelfeld. Z. PflBau, **1**, 119—32.
— — (1952). Weitere Beiträge zur Bekämpfung von *Myzodes persicae* Sulzer als Virusüberträger im Kartoffelfeld. Z. PflKrankh. **59**, 13—26.
Schrödter H., & Scheiding U. (1953). Die Abhängigkeit der Aktivität des Kohlgallenrüßlers *Ceutorrhynchus pleurostigma* Marsh.) von klimatischen Faktoren. Nachrichtenbl. deutsch. Pflanzenschutzd. Berlin **7**, 143—148.
Steudel, W. (1949). Über Auftreten und Ausbreitung der virösen Rübenvergilbung im Elsdorfer Versuchsfeld und ihre Beziehungen zum Massenwechsel der Überträger in zwei Extremjahren. Nachrichtenbl. Biol. Zentral.-anst. Braunschweig, **1**, 166—171.
— — (1950). Über die Bedeutung einiger winterfester Gemüsesamenkulturen als Winterwirte der grünen Pfirsichblattlaus *(Myzodes persicae* Sulz.) in der Kölner Bucht. NachrBl. dtsch. PflSchDienst (Braunschweig) **2**, 70—74.
— — (1952 a). Untersuchungen zur anholocyclischen Überwinterung der grünen Pfirsichlaus *(Myzodes persicae* Sulz.) an Brassicaceen. Mitt. biol. Zentr. Anst., Berl., **73**, 32 S.
— — (1952 b). Zur Frage der Bekämpfung der Vergilbungskrankheit der *Beta*-Rüben durch Überträgerabtötung mit chemischen Mitteln. Z. Pflanzenkrankh. u. Pflanzensch. **59**, 418—430.
— — (1953). Epidemiologische Studien zur Vergilbungskrankheit im Rheinland 1952. Zucker Nr. 4.
— — & Heiling, A. (1952). Der Einfluß der Saatzeit auf Auftreten und Ausbreitung der Vergilbungskrankheit der *Beta*-Rüben. Nachrichtenbl. deutsch. Pflanzenschutzd. **4**, 40—44.
Unger, K. & Müller, H. J. (1953). Studien über die Bedeutung von Witterung und Mikroklima für den Massenwechsel der Schwarzen Bohnenlaus *(Doralis fabae* Scop.). Angew. Meteorol. **1**, 257—275.

Aus dem Institut für angewandte Zoologie München

Im europäischen Großraum eingeschleppte Borkenkäfer

Von

Heinrich E. Wichmann[1]), Hebertshausen-München

Die überwiegende Zahl der in fremden Räumen als eingeschleppt festgestellten, dort sogar zu wirtschaftlicher Bedeutung gelangten Insekten hat, dem historischen Strome des globalen Wirtschaftsgefüges folgend, Europa gestellt. Bisher ist als Empfänger besonders Nordamerika in Erscheinung getreten. Auch andere Kontinente besitzen schon solche Neubürger.

Unter diesen unwillkommenen, bestenfalls fragwürdigen Neubürgern befinden sich auch Borkenkäfer.

So ist in Nordamerika *Scolytus multistriatus* Mrsh., eingeschleppt 1909, als einer der energischsten Weiterverbreiter der gleichfalls (1930) eingeschleppten Ulmen-Graphiose zu einem sehr beachteten Insekt geworden, mit dem sich ein wohlorganisierter wissenschaftlicher Dienst befaßt. — *Hylastinus obscurus* Mrsh., eingeschleppt vor 1878, wurde dort zu einer ernsten Bedrohung des Rotkleebaues, obwohl er in seiner europäischen Heimat in den 120 Jahren, die man ihn kennt, nur dreimal als Schädling sichtbar geworden ist. — Ein sehr ausgedehntes Areal hat *Scolytus rugulosus* Ratz. als Rindenbrüter in Obstbäumen europäischer Herkunft gewonnen.

Auch aus Südamerika (Argentinien, Chile) wird *Sc. rugulosus* Ratz. angegeben. Er hat dort eine zweifellos viel allgemeinere Verbreitung als gegenwärtig bekannt, denn gerade der Apfelbaum wurde früher von den Indianern seit den frühen Zeiten der spanischen Kolonisation, kontinentweit verbreitet, als der Lieferant eines seinerzeit wichtigen Rauschtrankes, des Apfelmostes. — In Argentinien ist der Ölbaumschädling *Hylesinus oleiperda* F. samt seinem Larvenparasiten *Rhaphitelus maculatus* Walk. (daselbst als *Eucerchysius scolytii* Brèthes neu beschrieben) eingeschleppt worden.

Aus Neuseeland wird *Hylastes ater* Payk. gemeldet. In einer australischen Sendung finde ich eine gute Serie von *Hylastes ater* Payk. und *Hylurgus ligniperda* F., gesammelt von W. J. Armstrong, in Callubri, NSW. Soviel ich allgemein weiß, werden in manchen Gegenden Australiens ausgedehnte Aufforstungen mit südeuropäischen und westamerikanischen *Pinus*-Arten durchgeführt. Es darf die ungewollte Einbürgerung noch anderer Kieferntiere vermutet werden.

Mit Bestimmtheit kann für das Territorium der Südafrikanischen Union das Vorkommen des *Scolytus rugulosus* Ratz. in den europäischen Obstbäumen vorausgesagt werden. Dort wäre lehrreich eine Untersuchung des Insektenbestandes der ausgedehnten *Pinus silvestris*-Pflanzungen bestimmter Hochländer, auch auf die diesem Waldbaum in Europa spezifischen Borkenkäfer. Weil diese Pflanzungen ein mittleres Alter erreicht haben, besteht für viele zufällig herangebrachte Borkenkäferarten die Möglichkeit, Fuß zu fassen. Daß aber europäische Scolytoiden auch nach Südafrika verfrachtet werden, zeigt ein ♀ von *Xyloterus lineatus* Oliv. aus Windhuk, in der Sammlung Frey-München.

---

[1]) Für die Vorlage von Insektenmaterial, Bestimmung von Arten oder andere Hinweise habe ich zu danken den Herren W. J. Armstrong-Callabri, N.S.Wales, Prof. Dr. V. Butowitsch-Stockholm, Konsul Frey-München, Frl. Dr. V. Hayek-London, Dr. F. Przygodda-Bonn, Prof. Dr. K. E. Schedl-Bodendorf/Kärnten und Prof. Dr. F. Zacher-Berlin.

Der lebhafte allgemein-globale Warenaustausch und der riesige Antransport von Gütern im letzten Kriege, hat Europa manchen unerwünschten Zuwachs gebracht und es in die Rolle eines Empfängerlandes gedrängt. Es kommt darin der nun völlig andersgerichtete Güterstrom zum Ausdruck, im Zusammenspiel mit der in bestimmten Bereichen vollkommen außer acht gelassenen Abdichtung der Grenzen gegen Schädlingseinschleppung als eine Dauergefährdung.

Es erschien mir deshalb nicht überflüssig, eine Übersicht aller im europäisch-nordwestafrikanischen Raume nachgewiesenen oder erkennbaren Einschleppungen oder Verschleppungen von Borkenkäfern zu geben. In einer Art rückschauenden Prophetie kann gezeigt werden, daß unter den ersten Neubürgern des neuen Zeitabschnittes Arten aufgetaucht sind, deren Einschleppung nach früheren Erfahrungen beinahe erwartet werden konnte, weil sie als Holzbrüter unter bestimmten Umständen in frischen Kistenbrettern und Kanthölzern, also in Verpackungsmaterial, eine monatelange Verfrachtung mitzumachen im Stande sind.

Eine dieser Arten, *Gnathotrichus materarius* (Fitch), gehört einer biologischen Borkenkäfergruppe an, die schon einmal die Aufmerksamkeit von Hafenbehörden erregt hat, als in australischen Häfen, mit *Gnathotrichus sulcatus* LeC. (seinem westlichen Vikarianten), mit *Xyloterus cavifrons* Mann. und *Xyleborinus* spec. besetzte Holzlieferungen aus USA, als nicht entseucht, zurückgewiesen wurden.

Der hier betrachtete Raum ist nach Erfahrungsgesichtspunkten abgegrenzt. Er umfaßt den europäischen Kontinentalbereich und, gebend wie nehmend beteiligt, die Canaren, sowie Madeira. Beide Inselgruppen, längst von den angesiedelten Europäern zu einem biologisch stark abweichenden Teil Europas geformt, haben zu einer nicht mehr, oder doch nur in einer botanischen und agrarhistorischen Sonderstudie festzulegenden Zeit, europäische Holzgewächse eingepflanzt bekommen, welche dann sogar hier von ihren heimatlichen Borkenkäfern, als Faunenzugängen, erreicht wurden. Manches Pflanzengeographische ist gegenwärtig dunkel, weshalb ich eine Auslese von Arten anführe, ohne in die rein vorstellungsmäßige Diskussion der undeutbaren Fälle einzugehen. — Die Verzeichnung eingeschleppter Exoten erschien mir nicht ohne Interesse, obwohl die Gefahr einer Einbürgerung nicht besteht.

Die Aussichten eines herangebrachten Borkenkäfers, auf europäischem Boden Fuß zu fassen, hängen zuerst und prinzipiell davon ab, wieweit das Klima am Landeorte dem seines Herkunftslandes gleicht und ob daselbst Brutpflanzenarten aus der Verwandtschaft seines heimischen Nahrungspflanzenkreises vorkommen. Mehr von zufälligen Fügungen abhängig, aber vielleicht immer entscheidend mag es sein, ob der Neuling am Landeplatz zum Bebrüten taugliche Pflanzenteile in einem für Einnistung und Brutfortgang geeigneten Vitalitätsgrad antrifft. Desgleichen mag das kalendarische Klima im ersten Ausflugsraume, vielleicht mitbestimmt vom bestehenden Pflanzenbewuchs, Bedeutung haben. Ob dann im Extremfalle ein einziges begattetes ♀ als Stammutter der Zukunft genügt, läßt sich theoretisch nicht entscheiden. Denkbar ist es bei *Xyleborus*-Arten.

Arten tropischer oder subtropischer Herkunft sind in unserem kälteren Klima wohl bald verloren, ihr Erscheinen ist also ephemer. In künstlichen Sonderklimaten, z. B. Warmhäusern, vermögen sie sich mehr oder minder lange zu halten, solange sie nicht als zerstörende Schädlinge auffallen.

Da ja jede Tierart ihr eigenes, spezifisches Verbreitungsareal hat, das gar nicht mit dem potentiellen Areale sich decken muß, und das aus unserem Verständnisse zugänglichen oder ihm verschlossenen Gründen recht begrenzt sein kann, muß nicht gleich eine Verfrachtung von Kontinent zu Kontinent geschehen sein, um den Sachverhalt einer Einschleppung zu begründen.

Es kann sein, daß ein Zufallstreffer eine Tierart über ihre Grenzen hinaus in einen ihrer Heimat verhältnismäßig nahe gelegenen Raum bringt, der von ihr infolge der geheimnisvollen Gesetzlichkeiten der Arealbegrenzung, aus eigenem nicht erreicht war, obwohl auf dem Wege dorthin kein schwerwiegend genug erscheinendes Hindernis lag. In solchen Fällen einer arealerweiternden Verschleppung wird oftmals die letzte Gewißheit kaum zu gewinnen sein, ob in der Tat eingeschleppt oder über größere Strecken hin aktiv zugeflogen wurde, ob also sozusagen Menschenwerk vorliegt, oder der Treffer eines übergroßen Verbreitungsschrittes aus Expansionsdrang, der flugbefähigte Insekten jedenfalls immer wieder über ihre gehaltenen Arealgrenzen hinausführt.

Wenn *Ips typographus* L. oder *Ips cembrae* Heer z. B in Deutschland heute vielfach oder überall dort zu finden sind, wo ihre Brutpflanzen über das natürliche Verbreitungsgebiet hunderte Kilometer weit vorgeschobene adventive Areale geschaffen bekamen, so kann sicher darin vielfach das Ergebnis einer selbsttätigen Grenzverschiebung der Käfer gesehen werden. Ob nicht auch der Holzhandel vergangener Zeiten sehr entscheidend mitbeteiligt war, große Leerstellen zu überspringen, ist denkbar, wird aber stets dunkel bleiben.

Durch den heutigen Fernlastverkehr können Borkenkäfer in wenigen Tagen hunderte Kilometer weit verfrachtet werden. Wird nun das plötzlich im Freilande vorgefundene Tier verzeichnet, so kann dies zu allerlei nicht in den Tatsachen begründeten Vorstellungen und Überlegungen faunengeographischer Art Anlaß geben. Ich bemühe mich zum Beispiel seit Jahren, aus eigenen Nachweisen ein möglichst dicht abgedecktes Verbreitungsbild der Borkenkäfer in Bayern aufzubauen. Ich weiß da, daß im Raume der oberbayerischen Hochebene, von München nordwärts bis Freising, *Ips amitinus* Eichh. nicht vorkommt, oder präzise gesagt, von mir in den Beobachtungsjahren nie gefunden werden konnte, mir an den vielen Dutzenden von Suchpunkten aber unmöglich entgangen sein konnte. *Blastophagus minor* Hart. ist mir im gleichen Raume nur einmal, in verwitterten Fraßbildern an einem Föhrenaste (Schleißheim) untergekommen. Ich muß darum schließen, daß beide Arten während meiner Beobachtungszeit hier entweder extrem selten waren oder ganz fehlten. — Nun fand ich aus der Oberpfalz hergebrachten Schwarte beide Arten (1953). Hätte ich sie nicht in den ortsfremden Hölzern, dafür aber in den benachbarten Wäldern gefunden, wäre dies ein im einzelnen nicht erklärbarer, aber doch festhaltenswerter Fund gewesen, an den sich sicher allerlei Vorstellungen geknüpft hätten, hinsichtlich dessen, was er besiedelungsgeographisch zu besagen habe. An eine Verschleppung hätte ich vermutlich nicht gedacht.

Wie es beim unerwarteten, massenhaften Erscheinen des *Phloeosinus Aubéi* Perr. im Rheinlande zuging, der hier rund 400 km entfernt von seinem nächsten bekannten, vermutlich natürlichen Verbreitungspunkte Paris gefunden wurde, wird vielleicht verständlicher werden, sollten einmal im östlichen französischen Zwischengebiete Verbreitungspunkte nachgewiesen werden. Zweifel, ob sie „seit je" bestanden oder gleich dem rheinischen Extrempunkte Vorstöße sind oder Verschleppungen, werden nie aufzuhellen sein.

Es darf hier die Frage aufgeworfen werden, ob eine Borkenkäferart in ihrem ganzen Verbreitungsgebiete „dasselbe" ist, beispielsweise der univoltine *Blastophagus*

piniperda L. Finnlands und Nordschwedens und der bivoltine von Algerien genetisch und physiologisch identisch und austauschfähig sind.

Zoogeographisch wie wirtschaftlich ungemein wissenswert wird es, zu beachten und zu beobachten, wie der vielleicht unvermeidliche Einzug der Fichtenborkenkäfer und der anderen Fichteninsekten überhaupt eingeleitet wird und abläuft (auch unter Berücksichtigung ihrer Parasiten), in den ausgedehnten Fichtenneupflanzungen Frankreichs, in der Auvergne und den Pyrenäen. Die Verhältnisse stellen da ein Groß-Experiment von nicht leicht wiederholbarem Umfange in Aussicht, an dem sehr viel zu lernen sein dürfte.

Um sprachlich feiner zu differenzieren, seien diese Einschleppungen als areal-erweiternde bezeichnet. Ihre Besonderheit mag vorerst mit dem Hinweise abgegrenzt sein, daß sie innerhalb eines an absoluten Grenzen armen Landraumes, sozusagen in die Nachbarschaft hinein, erfolgen.

Manche Einschleppungen schaffen in ihrem Endergebnis für das Insekt eine Wiederholung der heimatlichen (abiotischen) Umwelt auf fremdem Boden. Ein Beispiel hierfür, innerhalb eines Kontinentes entstanden, sind die von den selbst adventiven Meerstrandkiefern Madeiras nach und nach bekannt werdenden (ob ebenso nach und nach dort erschienenen?) Kiefernborkenkäfer, die genauer zu erfassen wohl eine aufschlußreiche Aufgabe wäre, schon darum, weil das Problem der drohenden Beschickung dieser Insel mit nicht heimischen Holzzerstörern, von Entomologen wie Regierungsfachmännern in seinen praktischen Notwendigkeiten erfaßt ist Baëta-Neves, 2). Hier liegen Areal-neuschaffende Einschleppungen vor, die möglicherweise (es sind bereits Staphyliniden der Borkenkäfer-Beifauna: *Phloeopora angustiformis* Baudi und *Placusa atrata* Sahlb. festgestellt, Liebmann, 54) eine artenreichere Waldfauna aufgebaut haben, als derzeit bekannt ist.

Areal-neuschaffende Einschleppungen, wie die des *Gnathotrichus materarius* Fitch oder des *Xylosandrus germanus* Blandf. brauchen anscheinend eine gewisse Anlaufzeit, bis es zum Raumausgreifen kommt und die wahre Natur des Neubürgers bemerkbar wird. Dies kann von den Existenzbedingungen des Invasionsortes abhängen. Eine optimistische Beurteilung solcher Arten nach den Anfangsbefunden müßte meines Erachtens aus Vorsichtsgründen abgelehnt werden.

Die erfolgreiche Einbürgerung solch fremder Tierarten bietet außer dem einer Schädlingsbedeutung noch andere beachtenswerte Probleme insoferne, als sie zeigt, daß selbst alte, faunenhistorisch ausgeglichene Faunenräume keineswegs als artengesättigt zu betrachten sind. Ob nun zwischen Neuling und den Alteingesessenen des engeren Habitats (hier Brutbereich), ein Wettbewerb im Sinne einer anfänglichen Unverträglichkeit aufkommt, kann theoretisch überhaupt nicht gesagt werden und ist gewiß in jedem Falle anders gelagert. Jedenfalls war mir eindrucksvoll, wie auf engstem Raume in den Eichenstöcken der junge Neubürger *Xylosandrus germanus* Blandf. zwischen den *Xyleborus monographus* F., *dryographus* Ratz., *Xyleborinus Saxeseni* Ratz., *Anisandrus dispar* F., *Platypus cylindrus* F. und *Hylecoetes dermestoides* L. oder *Xyloterus signatus* F., alles Ambrosiazüchter, offensichtlich ohne gegenseitige Einschränkung zur Entfaltung gelangt.

1. Ephemere Einschleppungen
aus subtropischen und tropischen Räumen,
in Drogen, Früchten, Werkstoffen und Hölzern.

Chramesus rotundatus Chap. 1873.

Dendrosinulus Bonnairei (Reitt.) 1894, Best. Tab. Borkenk. 1. Aufl.
Thaumasinulus Bonnairei (Reitt.) 1913, Best. Tab. Borkenk. 2. Aufl.

Patr.: Brasilien.

Ein Exemplar wurde in Marseille gefangen und hinsichtlich seiner systematischen Stellung lange verkannt, wie die Synonymie zeigt. Die richtige Einstellung geschah durch EGGERS (24).

Cryphalus wapleri Eichh. 1871.

Patr.: Australien.

In *Ficus* spec. nach Paris eingeschleppt, EICHHOFF (26). Nichts näheres bekannt geworden.

Hypothenemus künnemanni Reitt. 1902.

Patr.: Jedenfalls Brasilien, doch nur aus Europa bekannt. Er wurde zuerst in Bremen in Parà-Nüssen, den Samen von *Bertholletia excelsa*, gefunden, und 1926 von mir in Wien, gleichfalls in der Paränuß mehrfach festgestellt (WICHMANN, 74). In der warmen Jahreszeit lebt und brütet er weiter, übersteht aber die Winterkälte nicht.

Hypothenemus areccae (Hornung) 1842.

Bostrichus Boieldieui Perroud, Ann. Soc. Linn. Lyon 1864.
Stephanoderes fungicola Egg.

Patr.: Circumtropisch.

Er brütet in Betelnüssen *(Arecca catechu)*, in trockenen Kaffeebohnen, an Castor *(Ricinus)* und in den Schoten von *Caesalpinia pulcherrima*.

Er wurde früher öfters mit Betelnüssen in Drogerien (Breslau, HORNUNG, 44), Marseille (Belege in der Zool. Staats-Sammlung München), eingeschleppt und je einmal in Glashäusern von Neapel und Wien in javanischen Baumpilzen gefunden (EGGERS, 25).

Stephanoderes moschatae Schaufuß 1905.

Patr.: Guadeloupe.

In Muskatnüssen zu uns eingeschleppt, ZACHER (82).

Stephanoderes hampei Ferr.

Patr.: Ostafrika.

Dieser zuerst in Europa entdeckte Käfer ist in Kaffeebohnen wiederholt nach Europa gebracht worden (Frankreich; Siebenbürgen nach FERRARI, 32; Wien 1927, Eigenbeobachtung). Seine genau bekannten bionomischen Eigenschaften erlauben ihm nicht, als Vorrats-Schädling auf neue Bohnen überzugreifen.

Lepicerinus jalappae (Letzner) 1848.

Patr.: Mexiko, Südamerika.

In den Wurzelknollen von *Ipomoea jalapa* und (nach BLANDFORD, 9) *I. purga* wiederholt nach Europa (Breslau, Wien, Marseille, Hamburg) gelangt.

Cnemonyx barbatus (Egg.) 1912.

Minulus barbatus Egg., Ent. Blätt. 1912.

Das einzige bekannte Exemplar trägt den Fundortszettel Creta. Es gehört in die Gattung *Cnemonyx* und ähnelt dem chilenischen *Cn. galeritus* Eichh., ist aber nicht identisch mit ihm (Eggers, 23).

Pagiocerus fiorii (Egg.) 1908.

Hylastinus fiorii Egg., Ent. Blätt. 1908.
Eupagioceus zeae Egg., Arch. Inst. biol. S. Paulo 1928.

Patr.: Columbien, Argentinien, Guadeloupe.

Der von Eggers nach einem von Fiori in Genua an einer Hauswand gefangenen Stücke beschriebene Käfer wurde später von ihm neuerlich als *Pagiocerus zeae* beschrieben, 1940 veröffentlichte Eggers die Zusammengehörigkeit.

Nach Zacher (82) bohrt der Käfer „sich in der Fuge zwischen mehreren Körnern in den Kolben ein. Seine Larven leben in den Körnern. Sein Auftreten beschränkt sich auf den in ganzen Kolben lagernden Mais. Lose Körner kann er nicht angreifen. Gegen Kälte ist er recht empfindlich." Daß die Art auch in der Sowjet-Union eingeführt wurde, erwähnt ohne nähere Angabe Stark (69) und bezieht sich dabei auf eine Veröffentlichung Bekman's (8), die mir nicht zugänglich war.

Xyleborus laevis Egg. 1927.

Patr.: Philippinen.

In Bremen „in Drogen eingeschleppt". Eggers (25).

Xyleborus okouméensis Schedl. 1935.

Patr.: Westafrikanische Tropen.

Aus seiner noch nicht genauer festgestellten Heimat zweimal in „Okoumé"- und „Gabun"-Holz in Carlshafen (Hessen-Nassau) ephemer eingeschleppt.

Xyleborus ferrugineus F. 1801.

Patr.: Circumtropisch verbreitet.

Ich fand seine Brutgänge in großer Zahl in „Samba"-Holz *(Triplochiton scleroxylon)* in Lohr am Main, das daneben zahlreiche Brutgänge des Platypiden *Doliopygus dubius* Samps. enthielt. Nach einer freundlichen Mitteilung Prof. Dr. Schedl's werden „beide regelmäßig in den Ausladehäfen afrikanischer Hölzer in Europa und in den holzverarbeitenden Industrien gefunden".

In den Gängen des Platypiden fand sich ein Brenthide, eine dem *Megalosebus comparabilis* Kolbe nahestehende Art, ferner ein Colydiide aus einer *Asosylus* nahestehenden Gattung. Es war hier also eine ganze Holzkäfer-Faunula verfrachtet worden.

Ob die unter der Rinde lebend gefundenen Fliegenlarven, vollständig denen von *Pachygaster* (Stratiomyidae) ähnelnd, Afrikaner waren, konnte nicht entschieden werden, weil die Zucht mißlang.

Xyleborus perebeae (Nördl.) 1868.

Patr.: Columbia.

Von Nördlinger auf deutschem Boden (?) in einer *Perebea spec.* gefunden.

Hypothenemus setosus (Eichh.) 1867.

Patr.: Guadeloupe.

Die Art wurde EICHHOFF (29) in mehr als 20 Stücken vom schleswig-holsteinischen Kriegsschauplatze gebracht und wurde mehrfach, mit Schiffen, nach Schleswig-Holstein verfrachtet.

Bostrychus hondurensis Nördl. 1866.

Vielleicht ein *Xyleborus*, gefunden vom Autor 1862 auf den Woolwicher Werften in Honduras-Mahagony, dürfte eine nicht mehr zu klärende Spezies bleiben. Nach FERRARI (B. E. Z. 1868) war die ihm vorgelegene Type anscheinend aus Fragmenten zweier Arten zusammengeklebt, wobei das Hinterende zu einem *Xyleborus*-♀ gehören könnte.

II. Einschleppungen in Warmhäuser

Das künstliche warme Klima ermöglicht den eingeschleppten Tieren, wenn nicht der Mensch dazwischen tritt, solange durch Generationen fortzuleben, als sie angemessenen Brutstoff vorfinden.

Hypothenemus areccae (Hornung).

Siehe S. 96.

Stephanoderes javanus Egg. 1909.

Patr.: Indien.

Als Brutpflanze sind bekannt: *Dryobalanus aromatica* und „purpli"-plant.

Zuerst in javanischen Baumpilzen der Glashäuser des Neapler Botanischen Institutes gefunden worden.

Ipide, gen. et spec.?

Wirre, langgestreckte Muttergänge mit formlosen Larvengängen in alttoten Zweigen von *Hura crepitans* (Heimat: Trop. Südamerika) im Palmenhaus von Schönbrunn in Wien, von mir gefunden (WICHMANN, 74). Nach später vorgefundenen Deckenresten könnte es ein *Stephanoderes* oder *Hypothenemus* gewesen sein. Die Art muß dort mangels an geeignetem Brutstoff von selbst ausgestorben sein, denn mehrfache Nachsuche nach dem weiteren Verbleib der zählbar gewesenen 34 Nachkommen blieb ergebnislos.

Coccotrypes pygmaeus Eichh. 1879.

Patr.: Circumtropisch verbreitet.

Er brütet in den Samen von verschiedenen Palmen, wie *Phoenix dactylifera, Hyphaena, Sabal palmettos* und *Blackburni, Pritchardia thurstoni, Washingtonia filifera, Livistonia chinensis*, ferner in denen von *Anona* und *Rollinia* und in gespeicherten Mandelkernen.

Er wurde einmal im Wiener Rothschild'schen Glashause in einem holzigen Baumpilze gefunden. Eine von mir 1930 durchgeführte Nachsuche und Nachfrage bei den Gärtnern brachte keine Ergebnisse.

Xylosandrus morigerus (Blandf.) 1894.

Patr.: Ceylon, Java, Philippinen, Upolu.

In *Theobroma Cacao, Crotalaria anagyroides, Leucaena glauca, Swietenia mahagoni* und *macrophylla, Tectona grandis, Tephrosia spec.*, außerdem in Keimlingen und Trieben des Teestrauches, also sehr polyphag.

In Europa ist er in Glashäusern von Kew und Rom (Blandford, 9), Marseille (in aus Kew gekommenen Pflanzen) (Chobaut, 12) sowie Wien (Reitter, 62) schädlich geworden. Er bebrütete Stengel, Bulben und Luftwurzeln der Orchidee *Dendrobium phalaenopsis* var. *Schröederianum*. Dieses vermutlich auf denselben Orchideentransport zurückzuführende Auftreten hat sich bisher nicht wiederholt.

Xylosandrus germanus Blandf.

Siehe S. 103.

III. Areal-erweiternde Einschleppung

Die Beurteilung, ob wirklich ein in dieses Schema passender Vorgang vorliegt, ist auf dem Wege der Rekonstruktion meist kaum zu sichern, selbst wenn vieles dafür spricht. Nur wo die Käfer noch in ihren Heimathölzern stecken, sind keine Zweifel möglich. Für die Annahme einer Einschleppung entscheiden soll man sich meines Erachtens immer dann, wenn die selbsttätig zu überwindenden Hindernisse so groß, die Entfernungen so weit sind, daß nach unseren augenblicklichen Kenntnissen ihre Bewältigung dem Tiere nicht zuzutrauen ist.

Hylurgops palliatus (Gyll.) 1813.

Patr.: Der Fichten- und Weißkiefernraum Europas.

Er brütet in Fichte, Weiß- und Schwarzkiefer, Zirbe, Bergkiefer und Lärche.

Ich habe ihn 1926 in Tripolitza auf dem Peloponnes, in Fichtenbrettern, importiert aus Rumänien, in zahlreichen lebenden Stücken vorgefunden. Eine Einnistung im engeren Umkreis dieser Stadt wäre freilich für ihn unmöglich gewesen, weil sich dort keine Nadelhölzer fanden.

Phloeosinus Aubéi (Perris) 1855.

Patr.: Ganze Mediterraneïs bis Kleinasien und Kaukasus, Nordafrika. Auf der Balkanhalbinsel noch bei Gottschee, in 600 m SH. Frankreich: nördlich bis zur Seine-Linie (Fontainebleau, Parc de Dravail, Paris [Quais de la Seine], Evreux, Elbeuf).

Er brütet in *Juniperus*-Arten, Thujen.

Schon Decaux (17) meldet ihn 1893 als „introduit" von Baumschulen in Paris, was aber nach den zum Teile oben wiedergegebenen französischen Fundorten Balachovski's nicht stimmen kann.

Er wurde von Wichmann (74) in Wien gefunden, und im Wiener Naturhistorischen Museum steckt außerdem ein Stück von Langenzersdorf, nordwestl. von Wien. Im Wiener 18. Bezirke bebrütete er in Masse eine ca. 8 m hohe Lawson-Zypresse, muß also schon vorher dagewesen sein. Trotz eifriger Nachsuche wurde er in den Folgejahren nicht wieder gesehen. Da er bei der von Wichmann durchgeführten eingehenden Bestandesaufnahme der Borkenkäfer Niederösterreichs und des Burgenlandes nirgends aufgefunden wurde, scheint es berechtigt zu sein, an eine Naheinschleppung zu denken.

1950 wurde *Phloeosinus Aubéi* im Rheinland bei Bad Godesberg (Rüngersdorf) in ca. 50 35-jährigen *Thuja*-Stämmchen brütend gefunden (Klapperich, 51). Ich hatte Gelegenheit, 2 ♂♂ nachzuprüfen, da der Verdacht aufgekommen war, es könnte der in Südfrankreich eingebürgerte Japaner

sein. Der Käfer ist nachher nicht wiedergefunden worden. — Man darf wohl an eine Naheinschleppung denken; ob Einbürgerung oder nicht muß zunächst offen bleiben.

Phoeotribus oleae (F.) 1792.

Patr.: Mit dem Ölbaum circummediterran verbreitet, von Spanien bis Kleinasien. Nördlich an der Adria bis in die zum Po gehenden Alpentäler (z. B. Sarca-Tal), Salò, Lugano. Da dort gegenwärtig kein Arealzusammenhang des Ölbaumes nach Süden hin besteht, könnten diese Anbaugebiete in historischer Zeit geschehene künstliche Arealvergrößerungen der Ölbaumkultur sein. In Frankreich mit der Esche (!) bis ins Seine-Becken verbreitet, worauf BEDEL schon 1887 hinweist (Paris: Quai des Invalides). Nach BALACHOVSKI (4), Region parisienne, Bassin de la Seine, Vallée de la Cure, Orléans, Vallée de la Loire, Verneuil-sur-Vienne (H.-V.), Samatan (Gers).

Die Brutpflanzen sind *Olea, Fraxinus* und *Liguster.*

Er wird 1870 von WESTWOOD (73) von Halifax in England, in einer Esche brütend, gemeldet. Spätere Meldungen liegen nicht vor.

Im Inntale um Innsbruck, „in früheren Jahren zur Osterzeit öfters mit Ölzweigen eingeschleppt" und von Dr. E. PECHLAHNER und J. RATTER gesammelt (WOERNDLE, 81).

In seiner Bedeutung unklar ist ein von Herrn v. DALL'ARMI, München, in den Isarauen, im Juni 1932 gesammeltes Exemplar.

Coccotrypes dactyliperda (F.) 1801.

Patr.: Verbreitet rings um den Erdball, vom Tropengürtel bis in die wärmere gemäßigte Zone (Mittelmeergebiet: Corsica, Sarca-Tal).

Er brütet in den Kernen zahlreicher Palmenarten, wie *Phoenix dactylifera, canariensis, Hyphaena thebaica,* und *crinites; Cocos Wedeliana* (Montevideo); *Livistonia chinensis* und *rotundifolia, Oreodoxa oleracea* und *regia, Pritchardia pacifica* (alle Hawaii); *Arecca catechu* (EICHHOFF, Eur. Borkenkäfer, 1881); *Phytelephas macrocarpa* (Südamerika); *Dyctiospermum alba, Persea gratissima, Freycinetia arborea* (Hawaii).

Im europäischen Mittelmeer-Raume bebrütet er die Samen der Zwergpalme, *Chamaerops humilis* (Szilien, Corsica); im Sarca-Tale in den Kernen von *Olea europaea.*

In den Kernen von Datteln wurde er wiederholt nach den extraarealen Teilen Europas gebracht, so gefunden in: Aschersleben, vermutlich aus Ostindien gekommen (HORNUNG, 44), Breslau (LETZNER, 53), Kopenhagen (LØVENDAL, 56), Wien (Exemplare im Naturhistorischen Museum).

In Magazinen hat er an verschiedenen Orten Mandelkerne angenommen, in denen er zwar nicht brüten kann, sich aber doch einige Zeit erhielt (Breslau, BACH, Pflanzenfeinde, 1874; Wr. Neustadt, Eigenbeobachtung. Desgleichen auf Hawaii, nach SWEZEY, 70).

Mit der in der Knopfdrechslerei verwendeten südamerikanischen Steinnuß, *Phytelephas macrocarpa* (nach den Ausfuhrhäfen Guayaquil-, resp. Tumaco-Nuß genannt) ist er vielfach nach Hamburg gelangt (*„Coccotrypes Eggersi* Haged.").

Ja, er brütet sogar in magazinierten Knöpfen aus solchem Material (Durban, Tel-Aviv).

Nach Balachovski (4) bürgert er sich gegenwärtig in außermediterranen Teilen Frankreichs, wie Paris, Bretagne, Südwestfrankreich ein. Leider liegen hierüber keine genaueren Angaben vor, die anscheinend Unterlagen für einen aktiven Raumgewinn einer südlichen Art im atlantischen Klimagebiete zeigen könnten.

IV. Areal-neuschaffende Einschleppungen

Dies sind die Einschleppungen in, den heimatlichen ähnliche Klimate, mit dort ebenfalls eingeführten heimatlichen Brutpflanzen oder mit einer nahverwandten Flora. Sie können wirtschaftliche Bedeutung erlangen.

Hylurgus ligniperda (F.) 1792.

Patr.: Europa, Kleinasien.

Verschiedene *Pinus-Arten* als regionale Brutpflanzen.

Wollaston (77) führt ihn 1854 von den Hügeln nordöstl. von Funchal, Curral das Romeiras, für Kiefernwälder zwischen 1800 bis 2500" (600—800 m) SH. an, und 1865 (80) noch für Hierro. Ihm erscheint der Käfer als eingebürgert. Er wird 1939 von Liebmann (54) in *Pinus maritima* gefunden und bei ihm die beiden Staphylinen *Phloeopora angustiformis* und *Placusa atrata*. Jansson (45) nennt Feiteiras als Fundort.

Unsicher ist die Beurteilung seines Vorkommens auf den Canaren. Wollaston kennt ihn von dort bereits 1864 (79), bebrütend die Stöcke der einheimischen *Pinus canariensis*, in den Kiefernwald-Resten Teneriffas: Agua Mansa, Pinal oder Ycod al Alto und Palmas: Barranco ober St. Cruz de Palma. Hier ist ein Indigenat denkbar, aber keinesfalls gesichert.

Hylastes linearis Er. 1836.

Verbreit.: Mit Pinus-Arten durch Europa.

Von Wollaston (78) *(Hylastes clavus* Woll.) schon 1857 in den mittleren und niederen Lagen der *Pinus maritima*-Pflanzungen Madeiras aufgefunden und als eingeschleppt und eingebürgert betrachtet.

Blastophagus piniperda (L.) 1758.

Patr.: Verbreitet von Algerien an, durch Europa bis Japan und Korea.

Brutpflanzen: die regionalen Kiefernarten.

Der gefurchte Waldgärtner wird schon 1854 von Wollaston (77) von Madeira (Funchal) als eine eingeschleppte Art gemeldet. Ein Zweifel an der Einschleppung kann nicht bestehen, da die Insel ursprünglich keine Nadelhölzer besitzt. Brutpflanze ist dort die in mittleren Höhen ziemlich ausgedehnt angepflanzte *Pinus maritima*.

Der bisher ungedeutete, von Madeira beschriebene *Blastophagus destruens* Woll. 1865 *(Hylurgus destruens)* ist, wie ich mich an einem Stücke des British Museums überzeugen konnte, ein *piniperda*.

Phloeosinus rudis Blandf. 1894.

Patr.: Japan.

Brutpflanzen sind Cupressineen.

Er wurde von HOFFMANN in Südfrankreich, in St. Tropez (Var), in Ästen von *Thuya japonica* gefunden und ist eingebürgert (HOFFMANN, 40; BALACHOVSKI, 4).

Hypoborus ficus Er. 1836.

Patr.: Verbreitet mit *Ficus carica* durch die ganze Mediterraneïs.

Die Fundnachweise KELLECSENYS, in Südost-Ungarn, könnten eine Naheinschlepung sein, da meines Wissens der Feigenbaum dort nicht wild vorkommt.

WOLLASTON (78) verzeichnet ihn von den niederen kultivierten Lagen Madeiras (Funchal, Porto Santo) und betrachtet ihn mit Recht als eingeschleppt.

Orthotomicus erosus (Woll.) 1857.

Patr.: Mediterraneïs bis Kaukasus. Vom Osten her bis Polen. Er kommt in Deutschland und Österreich nicht vor. In Frankreich nördlich bis ins Seine-Becken, Pornic, Marcillyen-Villette (Loiret).

Brutpflanzen: *Pinus maritima, halepensis, austriaca, silvestris.*

Die älteste Angabe über ein zweifellos adventives Vorkommen betrifft Madeira, angegeben von WOLLASTON (80). Später verzeichnet ihn LIEBMANN (54) von *Pinus maritima.* Die Angabe von „Spanish Chestnut" bei WOLLASTON kann nur auf einem Irrtum beruhen.

Orthot. erosus wird von ATKINSON (1) für England nachgewiesen. Er gilt, da zahlreiche Fundorte aus Südengland bekannt sind (British Museum), als eingebürgert. Die Faunengeschichte Englands bestätigt diese Auffassung.

Die den mitteleuropäischen Raum enger berührenden Fundorte zwischen Derborence und Ardon in der Schweiz zählen jedenfalls als randige Vorkommen zum französischen Verbreitungsraum (LINDER, 55).

Ips acuminatus Gyll.

Verbr.: Mit der *Pinus silvestris* von Spanien und Frankreich durch Mittel-, Nord- und Osteuropa und Sibirien.

Von ZARKO (85) auf Madeira nachgewiesen, wo er eingeschleppt und eingebürgert ist.

Ips borealis Swaine.

Patr.: Canada.

Brutpflanzen: Verschiedene *Picea*-Arten und in Brit. Columbien *Abies lasiocarpa.*

Er wurde 1952 im Hafen von Rouen in Menge in Fichtenklötzen kanadischer Provenienz aufgefunden. Ob er das Festland beflogen hat und seßhaft werden konnte, ist zur Zeit noch ungewiß.

Dryocoetes affaber (Mannerh.) 1852.

In *Picea Engelmanni* und *sitchensis* von Alaska südwärts durch Brit. Columbien (HOPPING, l. c.) bis in den Staat Washington (DOANE, 20) verbreitet. Zusammen mit *Ips borealis* in Rouen (Hafen) gefunden.

Dryocoetes villosus (F.) 1792.

Patr.: Europa, Kleinasien, Kaukasus.

Brutpflanzen: *Quercus*-Arten, *Castanea vesca.*

Nach Wollaston (78) unter der Borke der Edelkastanie auf Madeira und in den unteren kultivierten Lagen eingebürgert (Wollaston, 80).

Dactylotrypes Uyttenboogaarti Egg. 1927.

Patr.: Canaren: Gran Canaria, Tenerifa, Gomera.
Brütet in den Kernen von *Phoenix canariensis.*

Nach unseren heutigen Kenntnissen handelt es sich um eine, ursprünglich, der auf die Canaren beschränkten canarischen Dattelpalme zugeordnete Käferart. Diese Palme wird aber gerne überall im Mittelmeergebiete, in Californien usw. gepflanzt. Darum sei hier in Erinnerung gebracht, daß nach Bodenheimer (Die Schädlingsfauna Palästinas, Monogr. ang. Ent. 10, 1930) *Coccotrypes dactyliperda* in Palästina die *Phoenix canariensis* bevorzuge. Eine Revision der Bestimmung des Tieres ist erwünscht.

Die Palme wurde auch auf Madeira gepflanzt. Dort fand Liebmann, (54) den Käfer. Madeira hat aber ursprünglich keine Palmen.

Dact. Uyttenboogaarti dürfte in Südfrankreich, ja vielleicht weithin in der Mediterraneïs im Begriffe sein, von Einschleppungspunkten ausgehend, sich ein neues Areal zu bilden. Zwar wurde er dort noch nicht gesammelt, ist aber von der Pflanzen-Einfuhrkontrolle des Hafens von New York, USA, in aus Frankreich gekommenen *Phoenix*kernen gefunden worden (Balachovski, 4). Die genaue örtliche Herkunft der Kerne wurde nicht bekannt.

Gnathotrichus materarius (Fitch) 1855.

Xyleborus Duprezii, Hoffmann, Miscell. Ent. 36, 1936, 44.
Paraxyleborus duprezii, Hoffmann, Bull. Soc. Ent. France, 1942, 72.
Gnathotrichus duprezii, Hoffmann, Bull. Soc. Ent. France, 1947, 47.

Patr.: Östliche USA und Canada, von Ontario bis Florida.
Brutpflanzen: Sehr polyphag in *Pinus, Picea, Larix, Abies, Tsuga.*

Er wurde 1933 im Walde von Rouvray (Seine-inf.) an Weißkiefer gefunden, und 1948 im 100 km entfernten Lardy (Seine-et-Oise). Das Tier ist also eingebürgert, muß bereits ein sehr ansehnliches Areal besetzt haben.

Er ist ein Holzbrüter und Ambrosiazüchter, mit schließlich schwarz gefärbten Leitergängen vom Typus des *Xyloterus lineatus* Ol. Die Gänge sind aber viel zarter, das Einbohrloch hat 1 mm Durchmesser.

Die geographische Erstreckung seiner Heimat, ihre klimatische Spannweite, stellen in Aussicht, daß *Gnathotrichus materarius* Fitch weite Teile Europas besetzen wird.

Gnathotrichus sulcatus (LeC.) 1868.

In meiner Sammlung besaß ich ein mit „CHur" bezetteltes Exemplar dieser im westlichen Nordamerika beheimateten, ebenfalls in Nadelhölzern brütenden, Art. Es war in veralteter Art präpariert, die Schrift nicht identifizierbar. Ob das Stück Zeugnis einer nicht angegangenen Einschleppung oder irrig bezettelt war, muß offen bleiben.

Xylosandrus germanus (Blandf.) 1894.

Patr.: Japan, China: Prov. Fu Kien, Korea, Formosa.

Brutpflanzen: *Alnus, Carpinus, Fagus, Castanea, Quercus, Pteryocarya, Benzoin, Shiia, Cinamomum, Machilus, Eurya, Rhus, Distylium, Lindera* und nach Clausen (14) Maulbeere. Außerdem der Teestrauch.

Eine Herausstellung des Umfanges dieser freien Polyphagie scheint mir für die Beurteilung des Tieres nicht unwesentlich.

Schärfer ins Blickfeld der Entomologen zu treten begann diese Art, nachdem sie im Januar 1932 in Oyster Bay (Long Island, New York) in einem Frühtraubenhaus in *Vitis*-Stämmen von 1—2 inch Durchmesser brütend aufgefunden wurde (FELT, 31) und 1941 von HOFFMANN (43) folgende Verbreitung in USA festgestellt wird:

New York: Nassau, Westchester, Rockland,

New Yersey: Bergen, Essex, Morris, Union, Middlesex,

West Virginia: Cabell,

Ohio: Lawrence. Das bedeutet, daß sie sich in 9 Jahren ungefähr auf 1000 km Erstreckung ausgebreitet hat.

In der neuen Heimat sind zahlreiche Brutpflanzen festgestellt, so Eiche, amerikan. Buche, *Acer rubrum* (red Maple), Hickory, *Xylos. germanus* wurde beim Angriff auf *Calmia latifolia* (Poison Ivy) gesehen. Obwohl er hauptsächlich ungesunde und schwächliche Bäume angreift, geht er auch an gesunde — in seiner Heimat gilt er als sehr primär —. Dieser Umstand wurde in USA genau vermerkt (BUCHANAN, 11), denn dies geschah an Ulmen, deren Lebensbedrohung durch die von Insekten übertragene Graphiose zu den Sorgen der amerikanischen Pflanzenschützer gehört. Es wurde im Modellversuche genau nachgewiesen, daß sich die Käfer in *Graphium ulmi* infizierten Hölzern, wie andere Insekten auch, mit Ansteckungskeimen beladen. In 17 v. H. junger Einbohrungen war das Angehen des Pilzes nachzuweisen und 9,6 v. H. der aus infizierten Rollen entnommenen Käfer trugen *Graphium*-Keime. Bei einer Probe mit Freilandkäfern (New Yersey, 1936) waren 0,24 v. H. keimbeladen gewesen.

Xylosandrus germanus Blandf. wurde im Spätsommer 1952 von GROSCHKE (33) im Arheilger Wald bei Darmstadt aufgefunden, im gleichen Jahre war er von KAMP (47) in Schwaigern bei Heilbronn und danach im Bienwald (Südpfalz), l. c., S. 1194, gefunden worden, wo er schon eine beachtliche Verbreitung hat. Im deutschen Raum brütet er in Buche und Eiche, aber auch in Birke, ja KAMP fand ihn sogar in Fichtenstöcken.

Ips typographus (L.) 1758.

Patr.: Fichteneuropa bis Japan.

Brutpflanze: Träger der Population ist die Fichte.

Im Gegensatz zu meiner seinerzeitigen Auffassung (75) halte ich das Exemplar vom Göck dagh, gesammelt von Fahringer und Tölg, für eingeschleppt.

In Frankreich breitet er sich nach BALACHOVSKI (4) allmählich in den subspontanen Fichtenwäldern aus (Ozoir-la-Ferrière [S.-et-O.], Forêt de St.-Prix [S.-et-L.]. Wie der Fundort Digoin zu beurteilen ist, kann nicht gesagt werden.

In England hat der Buchdrucker keine flächendeckende Dauerpopulation. Nach MUNRO (57) fehlt er dort[1]), kommt nach KEVAN (49) zwar vor, sei aber sehr selten[2]). 1946 wurde er, über mehrere Häfen, in mangelhaft oder ungeschälten Fichtenklötzen aus Deutschland antransportiert, welche an zahlreiche, über das ganze Königreich zerstreute Sägewerke gelangten. Es handelte sich meist um einen sehr dichten Besatz, vorwiegend (Juni—Juli!) im Larven- und Puppenstadium. Dem Eingreifen der Be-

[1]) „... we are fortunate in the absence of *Ips typographus* ..."

[2]) „... *typographus* although recorded, is only of very rare occurance ..."

hörden und der Mitarbeit der angesprochenen Händler und Waldbesitzer ist es gelungen, eine landweite Infektion zu unterbinden. Nach dem Oktober 1946 wurde in den Fangbäumen kein *typographus* mehr gefunden.

Ips sexdentatus (Boern.) 1767.

Patr.: Europa, Kleinasien, Kaukasus.

Brutpflanzen sind verschiedene Kiefernarten.

Für England wird er von Munro (57) als einzig im Forest of Dean, Westengland, brütend genannt, ist aber aus dem faunistisch anders gearteten Schottland als autothon bekannt (Nisbet, 58).

Er wird mit Nutzhölzern häufig aus dem Auslande antransportiert. Das Indigenat in England scheint im Gegensatze zum unbestrittenen in Schottland, nicht festzustehen. Ein exakt beobachteter Schub wird von Kevan (49) und Laidlaw (52) angegeben. Es waren in Weißkiefernstämmen aus Deutschland eingeführte Stammbesätze, neben welchen noch die in England heimischen *Blastophagus piniperda* L., und *Hylurgops palliatus* Gyll., weiters *Rhizophagus spec.*, parasitische Chalcididen des *I. sexdentatus* und *Thanasimus formicarius* L. enthalten waren. Die erfolgreiche Austilgung geschah innerhalb der beim Buchdrucker erwähnten Aktion.

Hylastes attenuatus Er. 1836.

Patr.: Europa.

Brutpflanze: verschiedene Kiefernarten.

Er ist in England nur von Bournemouth und New Forest bekannt (Munro, 57) und wird als Neubürger betrachtet.

Taphrorychus villifrons (Dufour) 1843, von Donisthorpe, Ent. Rec. 1924, aus England (Ruislip, Bucks) gemeldet, wurde unrichtig bestimmt. Es lag ein mit *dryographus* Ratz. nahe verwandte Art vor, *X. sampsoni* Donisth. vor, deren Artmerkmale nicht ganz überzeugend sind.

Phloeosinus thujae (Perr.) 1860.

Patr.: Mittel- und Südeuropa.

Brutpflanze: Verschiedene Cupressineen.

Er wurde in England 1922 im Botanischen Garten von Kew in *Thuya orientalis* und später in *Cupressus pisifera* gefunden, wo er schon mehrere Jahre gebrütet hatte, weshalb wahrscheinlich, daß er weiter verbreitet und eingebürgert ist. Dallimore & Munro (15); Munro (57).

Polygraphus poligraphus (L.) 1758.

Patr.: Mittleres und nördliches Europa.

Brutpflanzen sind Fichte und Kiefer.

Aus England sind nur einzelne, wohl importierte Stücke bekannt, aber nicht eingebürgert. Munro (57).

Hypothenemus eruditus (Westw.) 1836.

Patr.: Circumtropisch verbreitet, nördlich bis an die Südost- und Ostküste des Mittelmeeres (Ägypten: gemein in *Ficus carica*, Eigenbeobachtung an Material, vorgelegt von Ad. Andres †; Palästina).

Seine Brutbiologie ist noch nicht studiert. Die vorliegenden Nachrichten weisen auf ein sehr gegensätzliches Verhalten hin, ein sehr primäres Brüten in den ungemein rasch vergehenden Zuckerrohrschüben in Westindien und Totholzbruten im Feigenholz in Ägypten. Es sind zahlreiche Brutpflanzen (bei allerdings sehr unzureichenden Angaben über deren physiologische Beschaffenheit) bekannt, wie *Ficus Sykomorus* (BODENHEIMER, 1930), *Citrus, Vitis, Gossypium, Arecca,* Zuckerrohr und die Rotenon-Pflanze *Derris robusta.* Die zahlreichsten Brutpflanzen hat SWEZEY, 70, auf Hawaii festgestellt: Fenchel (Stengel), totes Zuckerrohr, *Cynodon dactylum* (Bermuda-Gras), Stengel der Limabohne *(Phaseolus lunatus,* tote Zweige des antochthonen *Gossypium tomentosum, Crotalaria saltiana, Thespesia populnea, Croton, Acacia Farnesiana, Amherstia nobilis, Samanea saman, Nothopanax.*

Er wurde 1836 von WESTWOOD in England im Holzdeckel eines alten Buches gefunden und einige Jahre nachher unter gleichen Umständen von JANSSON. Wie dieser Fall in mein Ordnungsschema einzureihen ist, ist schwer zu sagen. Später wurde er in England nicht mehr gefunden. Es muß wohl eine ephemere Einschleppung gewesen sein.

Xylechinus pilosus (Knoch)

Patr.: Europäisches Fichtengebiet.

Brutpflanze: *Picea excelsa.*

Im Mai 1918, in Frankreich, im Camp de la Bracone (Charente) gefangen. Ich kann nicht beurteilen, ob diese Fundstelle außerhalb des westalpinen Fichtengebirges liegt (BALACHOVSKI, 4).

Aus England nur in einzelnen Stücken bekannt, jedenfalls eingeschleppt, doch nicht eingebürgert. MUNRO (4).

Phthorophloeus spinulosus Rey 1883.

Patr.: Europäisches Fichtengebiet.

Brutpflanze: *Picea excelsa.*

In Frankreich in Fontainebleau, also weit außerhalb des natürlichen Fichten-Vorkommens gefunden, eingeschleppt (BALACHOVSKI, 4).

Wie es mit dem Indigenat in England von *Pityogenes trepanatus* Nördl., nur bekannt in 1 Ex. von Blair Atholl (Perthshire), 1909, *Trypophloeus granulatus* Ratz., nur 1 Ex. von Surbiton (Surrey) 1867, steht, ist zur Zeit ungeklärt.

V. In Tabak-Abfall gefunden

Abschließend sei noch, als eine einheitliche Fundgruppe zusammengefaßt, auf eine Reihe von Borkenkäferarten hingewiesen, die BLANDFORD in der Biologia centrali americani 1895 behandelt. Es sind, teils bekannt, teils unbeschrieben gewesene Arten, verschiedenen Unterabteilungen des Ipidensystems angehörig, die von GROUVELLE in Paris unter bei BLANDFORD nicht näher beschriebenen Umständen gesammelt wurden. BLANDFORD sagt nur, daß sie in Tabakabfall („tobacco-refuse", „refuse-tobacco"), brasilianischer oder mexikanischer Herkunft gefunden wurden. Auch in den Fällen, wo er bloß „tobacco-refuse" angibt und weder auf mexikanische noch brasilianische Herkunft hinweist, noch GROUVELLE nennt, muß wohl dieser der Sammler gewesen sein. Mir ist keine Literaturstelle bekannt, die

auf diese Funde näher eingeht, auch sind meines Wissens ähnlich ergiebige Funde später nicht mehr bekannt geworden.

Scolytopsis puncticollis Blandf., (l. c., p. 123). Patr.: Guatemala, Argentinien, Brasilien. Aus mexikanischem Tabak.

Ceratolepis errans Blandf., (l. c., p. 127). Patr.: ? Mexiko. Aus mexikanischem Tabak.

Loganius longicollis Blandf., (l. c., p. 129). Patr.: ? Mexiko. Aus mexikanischem Tabak.

Cnesinus gracilis Blandf., (l. c., p. 141). Patr.: Panama. Aus Abfall-Tabak.

Chramesus pumilus Chap., (l. c., p. 170). Patr.: Teapa, Mexiko.

Pycnarthrum mehrere unbeschriebene Arten. (l. c., p. 177).

Hexacolus melanocephales Blandf., (l. c., p. 182). Patr.: Guatemala. Aus Tabakabfall.

Xyleborus spinulosus Blandf., (l. c., p. 202). Patr.: Guatemala, Antillen. Aus Tabakabfall ungewisser neotropischer Herkunft.

Hylocurus retusipennis Blandf., (l. c., p. 223). Patr.: ? Mexiko. Aus mexikanischem Tabakabfall.

Hyloc. alienus Blandf., (l. c., p. 223). Patr.: Antillen. Aus mexikanischem oder San Domingo-Tabakabfall.

Hyloc. errans Blandf., (l. c., p. 224). Patr.: ? Mexiko. Aus Tabakabfall.

Hyloc. vagabundus Blandf., (l. c., p. 225). Patr.: ? Aus mexikanischem oder brasilianischem Tabakabfall.

Hyloc. spinifex Blandf., (l. c., p. 225). Patr.: Aus mexikanischem Tabakabfall.

Hypothenemus validus Blandf., (l. c., p. 228). Patr.: ? Mexiko. Aus ?

Corthylus flagellifer Blandf., (l. c., p. 256). Patr.: Mexiko, Guatemala, Panama. Blandford sah Stücke aus Tabakabfall.

Corth. collaris Blandf., (l. c., p. 261). Patr.: Guatemala. Auch im Tabakabfall gefunden.

Corth. fuscus Blandf., (l. c., p. 263). Patr.: Panama. Aus brasilianischem Tabakabfall.

Pterocyclone egenum Blandf., (l. c., p. 281). Patr.: Guatemala. Aus Tabakabfall.

Amphicranus grouvellei Blandf., (l. c., p. 294). Patr.: ?. Aus Tabakabfall wahrscheinlich brasilianischer Herkunft.

Amphicr. tenuis Blandf., (l. c., p. 295). Patr.: ?. Wahrscheinlich aus mexikanischem Tabakabfall.

Literaturverzeichnis

1. Atkinson, D. J.: Ent. Month. Mag. **57**, 1921.
2. Baëta-Neves, C. M.: Gaz. das Aldeias Nr. 2250, 1953.
3. Balachovski: Bull. Soc. Ent. France 140, 1948.
4. — — Faune de France 50, Coleopteres Scolytides. Paris, Lechevalier 1949.
5. Bedel, L.: Ann. Soc. Ent. France **6**.
6. — — L'Abeille **27**, 1891.
7. — — Ann. Soc. Ent. France **93**, 1924.
8.* Бекман: Нзв. от д. Ирикл. Зитом. 4, 1, 1929.

9. BLANDFORD, W. F. H.: Insect Life **2**, 1894.
10. — — Biologia Centrali Americana, Insecta, Coleoptera **IV**, Pt. 6, 1895.
11. BUCHANAN, W. D.: J. econ. Ent. **33**, 1940.
12. CHABAUT, A.: Ann. Soc. Ent. France **66**, 1897.
13.* — — J. Board Agric. **4**, 1897.
14.* CLAUSEN, C. P.: U. S. Dept. Agric. Circ. No. 168, 1931.
15.* DALLIMORE, W. & MUNRO, J. W.: Kew Bull. 1922.
16. DECAUX, F.: Feulle jeu. Natural. **20**, 1890.
17. — — Le Naturaliste **15**, 1893.
18. DONISTHORPE, H. Ent. Record **36**, 1924.
19. DONISTHORPE, J. K.: Ent. Record **10**, 1898.
20. DOANE, R. W., VAN DYKE, E. C., CHAMBERLIN, W. J. & BURKE, H. E.: Forest Insects, London, 1936.
21. EGGERS, H.: Ent. Blätt. **4**, 1908.
22. — — Ibid. **16**, 1920.
23. — — Ibid. **19**, 1923.
24. — — Ibid. **36**, 1940.
25. — — Treubia **9**, 1927.
26. EICHHOFF, W.: Wien. Ent. Z. **15**, 1871.
27. — — Ratio, descriptio, emendatio eorum Tomicinorum, Bruxelles, 1879.
28. — — Europäische Borkenkäfer, Berlin, 1881.
29. — — In FERRARI (32), 1867.
30. EICHLER, W. D.: Die Tierwelt der Glashäuser, Leipzig, 1952.
31. FELT, E. P.: J. econ. Ent. **25**, 1932.
32. FERRARI, J. A.: Die forst- und baumzuchtschädlichen Borkenkäfer, Wien, 1867.
33. GROSCHKE, F.: Z. angew. Ent. **34**, 1952.
34. — — Anz. Schädlingskde. **26**, 1953.
35. HAGEDORN, M.: Allg. Z. Entom. **9**, 1904.
36. — — Ipidae in WYTSMAN, Genera Insectorum, Bruxelles, 1910.
37. HAMILTON, J.: Trans. Am. Ent. Soc. **16**, 1889.
38. — — Ibid. **21**, 1894.
39. HOFFMANN, A.: Misc. Entom. **36**, 1936.
40. — — Bull. Soc. Ent. France **72**, 1942.
41. — — Ibid. **47**, 1947.
42. — — Ann. Epiphyt. **3**, 1952.
43. HOFFMANN, C. H.: J. econ. Entom. **34**, 1941.
44. HORNUNG, E. G.: Stett. Ent. Z. **3**, 1842.
45. JANSSON, A.: Ark. Zool. **32**, 1940.
46. KALTENBACH, J. H.: Die Pflanzenfeinde aus der Klasse der Insekten, Stuttgart, 1874.
47. KAMP, H. J.: Holz-Zentralbl. **79**, 1953.
48. — — Ibid. **79**, 1953.
49.* KEVAN, D. K.: Ent. Monthl. Mag. **82**, 1946.
50. — — L'Entomologiste **128**, 1949.
51. KLAPPERICH: Ent. Blätt. **47**, 1951.
52. LAIDLAW, W. B. R.: Forestry **20**, 1947.
53. LETZNER, K.: Arb. schles. Ges. **99**, 1948.
54. LIEBMANN, W.: Ent. Blätt. **35**, 1939.
55. LINDER, A.: Mitt. Schweiz. Ent. Ges. **26**, 1953.
56. LØVENDAL, E. A.: De Danske Barkbiller, Kopenhagen, 1898.
57. MUNRO, J. W.: British Barkbeetles, London, 1926.
58.* NISBET: The Forester (keine näheren Angaben auffindbar, zitiert nach MUNRO (57).
59. NÖRDLINGER, H.: Nachträge zu Ratzeburgs Forstinsekten, Stuttgart, 1856.
60. — — Berl. Ent. Z. **12**, 1868.
61. PERROUD, B. P. & MONTROUZIER, P.: Ann. Soc. Linn. Lyon **2**, 1864.
62. REITTER, E.: Bestimmungstabelle der Borkenkäfer, 1895.
63. — — Bestimmungstabelle der Borkenkäfer, 2. Aufl., 1913.
64. REY, C.: L'Echange **8**, 1892.
65. SCHAUFUSS, C.: Insekt. Börse **22**, 1905.
66. SCHWARZ, E. A.: Ent. Americ. **2**, 1886.
67. — — Proc. Ent. Washington **4**, 1901.
68. SMITH, J. B.: N. Y. Mus. Ann. Rep. 1909, 1910.
69. STARK, V. N.: ФАУНА СССР **31**, 1952.
70. SWEZEY, O. S.: Proc. Hawaiian Ent. Soc. **12**, 1945.

71. Vite, J. P.: Holz-Zentralbl. **78**, 1945.
72. Westwood, J. O.: Trans. Ent. Soc. London **2**, 1836.
73. — — Proc. Ent. Soc. London **38**, 1870
74. Wichmann, H. E.: Koleopt. Rundschau **13**, 1927.
75. — — Zool. Anz. **61**, 1924.
76. — — Scolytoidea, in Sorauer: Handb. Pflanzenkrankh. **5**, Paul Parey, Berlin, 1954.
77. Wollaston, T. V.: Insecta Maderensia, London, 1854.
78. — — Catal. Mader. Coleopt. London, 1857.
79. — — Catal. Coleopt. In. Canar., 1864.
80. — — Col. Atlantidum, London, 1865.
81. Wörndle: Die Käfer von Tirol, Innsbruck, 1950.
82. Zacher, F.: Die Vorrats-, Speicher- und Materialschädlinge, Berlin, 1927.
83. — — Gewächshausfauna. Niederschrift 15. Entom. Kolloqu. Institut. Vorrats- und Pflanzenschutz, Berlin-Zehlendorf, 1950.
84. — — Haltung und Züchtung von Vorratsschädlingen. Abderhald. Handbuch d. biol. Arbeitsmethoden, Abt. IX, Teil 7, Heft 3, 1933.
85. Zarko, E.: Graellsia, Madrid, 1950.

Mit * versehene Arbeiten konnten nicht eingesehen werden, ihr Inhalt ist nach Zitaten wiedergegeben.

Das Gleichgewicht von Insektenbevölkerungen und die chemische Schädlingsbekämpfung

Schädlingsvermehrungen als Folge von Insektizidbehandlung[1])

Von

M. E. Solomon

D. S. I. R. Pest Infestation Laboratory, Slough, Bucks.

Mit 1 Abbildung

Übervermehrungen von Schädlingen entstehen häufig nach Anwendung verschiedener Insektizide und Fungizide. Ging man den Ursachen solcher Gradationen nach, so zeigte sich oft, daß die angewandten Bekämpfungsmittel auch auf die natürlichen Feinde des betreffenden Schädlings, wie Schmarotzer- und Raubinsekten, Raubmilben, und gelegentlich sogar insektenpathogene Pilze, einwirkten. Manche der auf diese Weise entstandenen Kalamitäten wurden durch bekannte Großschädlinge, andere wiederum durch Arten ausgelöst, die bisher wirtschaftlich bedeutungslos geblieben waren.

Die folgenden Ausführungen beschränken sich auf Fälle der obengenannten Art. Sie handeln nicht von solchen Übervermehrungen, die sich durch Entstehung resistenter Stämme bei verschiedenen Schädlingen einstellten — eine immer häufigere Erscheinung nach der Verwendung von Insektiziden. Es sei hier auf einige aufschlußreiche Veröffentlichungen hingewiesen, die nicht so weit bekannt sind, wie sie es verdienten und die gleichzeitig das Thema in seiner biologischen Bezogenheit als ein ökologisches Problem aufzeigen.

Die meisten vorliegenden Angaben beziehen sich auf Obstschädlinge. Auf diesem Sektor sind vor allem die Untersuchungen von Pickett (1, 2), sowie Lord (3, 4) und seinen Mitarbeitern in den Apfelanlagen von Nova Scotia bahnbrechend. Sie konnten zeigen, daß ernste Kalamitäten der Komma-Schildlaus, *Lepidosaphes ulmi,* und der Roten Spinne, *Metatetranychus ulmi,* der Anwendung milder Schwefelfungizide folgten. Die Komma-Schildlaus war bis etwa 1935 ein unbedeutender Schädling gewesen; danach entstanden schwere Übervermehrungen, eben durch die genannten Mittel. Feldversuche zeigten, daß diese und verschiedene andere Spritzmittel wichtige natürliche Feinde der beiden Schadarten vernichten. Pickett (2) schreibt: „Wenn man DDT zur Behandlung von Apfelbäumen gegen Apfelwickler anwendet, gegen die es hervorragend wirkt, hat dies den ernsten Nachteil, viele räuberische Feinde von Schadmilben zu töten und diese nehmen rasch zu . . . Folglich tauscht hier der Obstbauer nur einen Schädling gegen einen anderen ein".

---

[1]) Autorisierte Übersetzung aus dem Englischen durch Dr. J. Franz, Darmstadt, Die Originalfassung erschien unter dem Titel „Insect population balance and chemical control of pests. Pest outbreaks induced by spraying" in Chemistry and Industry, p. 1143—1147, 1953.

„Es ist zwar richtig, daß wir jetzt fast jede Schädlingsart, die uns begegnet, vernichten können. Trotzdem ist das Problem der Schädlingsbekämpfung gegenwärtig brennender denn je, und die Unkosten für Bekämpfungsmaßnahmen haben sich vervielfacht, ohne daß ein Ende abzusehen wäre."

In Kalifornien haben besonders DeBach und seine Mitarbeiter (5) an der Experimental Station in Riverside die Wirkung der Insektizide auf Citrus-Schädlinge studiert. DeBach und Bartlett (6) schreiben: „In vielen kalifornischen Citrus-Anlagen vermehrte sich die Citrus-Wollschildlaus, nachdem DDT in Citruskulturen und anderen Anlagen 1946 allgemein angewandt worden war, so stark, daß sie zum ernsten Schädling wurde. Man untersuchte die direkte und indirekte Wirkung von DDT auf den Wollaus-Marienkäfer-Komplex, da hier vielleicht das auffälligste Beispiel für die Fehlwirkung eines Insektizides gegen eine Entomophagenart vorliegt, die normalerweise ihren Wirt völlig in Schach hält"[2]). Versuche der beiden Autoren demonstrierten den drastischen Rückgang der räuberischen Coccinellide durch DDT. Ähnliche Versuche zeigten, wie sehr DDT, Kryolit oder Zinksulfat die Raubinsekten der Citrusmilbe *(Paratetranychus citri)* reduzierten und ihr so Übervermehrungen ermöglichten. Ein weiterer, von den beiden Wissenschaftlern studierter Schädling war die kalifornische rote Schildlaus *(Aonidiella aurantii)*. Darüber schrieben sie: „Ihre Populationen werden bei niedriger Dichte durch die Tätigkeit der Schlupfwespe *Aphytis chrysomphali* (Mercet) reguliert; unter Außenbedingungen, die für *Aphytis* ungünstig sind, wird bei höherer Bevölkerungsdichte eine Gruppe von Marienkäfern wirksam . . . Bei einer Anzahl wuchsfreudiger und ertragreicher, annähernd gleichförmig über Südkalifornien verteilter Citrus-Anlagen war die chemische Bekämpfung der roten Schildlaus für eine Periode von zehn und mehr Jahren entbehrlich, dank eines dort erreichten Gleichgewichtszustandes zwischen der Schildlaus und ihren natürlichen Feinden. Dieser besteht trotz der nachgewiesenen Eignung von Klima und Nährpflanze für den genannten Schädling."

Die Autoren berichteten ferner über Versuchsergebnisse, wonach dieses natürliche Gleichgewicht durch DDT-Behandlung gestört werden kann. Nach den Untersuchungen verschiedener Entomologen in Kalifornien und Florida hat die chemische Schädlingsbekämpfung an Citrus-Gewächsen zur Vermehrung folgender Arten geführt: Blattläuse, *Pseudococcus citri, Pseudococcus longispinus, Aonidiella citrina, Lepidosaphes beckii, Chrysomphalus aonidum, Coccus hesperidum, Phyllocoptes oleivorus, Tetranychus bimaculatus* und Orangenwickler *Argyrotaenia citrana* (5, 6, 7).

In anderen amerikanischen Obstanlagen ist durch DDT der Befall mit Apfelblutlaus (8) und *Lecanium pruinosum* (diese an Walnuß) (9) erheblich gesteigert worden. Clausen (10) berichtet von Malaya, daß die periodisch mit Reinstpetroleum (Kerosene) gespritzten Citrusbäume stark mit der Mottenschildlaus *Aleurocanthus woglumi* besetzt waren, die an unbehandelten Bäumen durch Parasiten niedergehalten wurde. Nell (11) bespricht die zunehmenden Schwierigkeiten und Unkosten bei der chemischen Obst-

[2]) Anm. d. Übers.: Gemeint ist der bekannte Dauererfolg des aus Australien nach Kalifornien eingeführten Marienkäfers Rodolia cardinalis gegen die Citrus-Schildlaus Icerya purchasi.

madenbekämpfung an Birnen und Äpfeln in Südafrika und berichtet, daß in unbehandelten Birnenanlagen die sonst stets schädlichen *Pseudococcus* spp., *Aonidiella aurantii*, die Kleemilbe *Bryobia praetiosa* und die Woll-Laus *Icerya purchasi* wirtschaftlich bedeutungslos wurden.

In England haben MASSEE (12) und andere über die durch DDT und anderweitige Chemikalien ausgelöste Kalamitäten der Roten Spinne berichtet. BLAIR und GROVES (13) sagen: „Die Einführung von Schwerölen zur Winterspritzung von Obstbäumen hat ursächlich zu Massenvermehrungen der Roten Spinne geführt. Diese Spritzung vernichtet die Eier oder die überwinterten Vollinsekten vieler räuberischen Milbenfeinde und fördert dadurch die Milbenvermehrung, die sich ungehemmt während der Sommergenerationen fortsetzen kann. Dieser Vorgang wurde weiter stark gefördert, als DDT für Sommerspritzungen verwendet wurde. DDT ist nicht toxisch für die Milben, vernichtet jedoch die Räuber, die der Winterspritzung entgangen waren."

Massenvermehrungen verschiedener Milbenarten (Tetranychiden), die auf den Gebrauch von DDT oder (seltener) BHC zurückgehen, sind aus vielen Gebieten der Welt gut bekannt.

Zusammenfassend läßt sich feststellen, daß folgende chemische Mittel schon wiederholt als Ursachen starker Gradationen von Apfel- oder Citrusschädlingen bekannt geworden sind: DDT, BHC, Chlordan, Parathion, Kryolit, verschiedene Schwefel- und Schwefelkalkbrühen, Zink- und vermutlich Kupferspritzungen, Teeröl, Reinstpetroleum und Blausäure, wobei Talkum und andere Inertrückstände mit im Spiel waren. Die beteiligten Schädlinge sind sechs Milbenarten, Blutlaus, Citrus-Blattläuse, 2 Arten Schmierläuse, 8 Arten Schildläuse, die Apfelzikade *Typhlocyba pomaria*, der Orangenwickler und die Knospenmotte *Spilonota ocellana*. Diese Liste ist wahrscheinlich unvollständig.

Für andere Kulturpflanzen gibt es weniger Beispiele von Kalamitäten, die infolge Anwendung chemischer Kampfstoffe entstanden. Zum mindesten sind weniger veröffentlicht.

Gewisse Wälder mögen in mancher Beziehung den Obstanlagen ähneln. HOFFMAN und MERKEL (14) berichten über kurze Gradationen von Blattläusen und Milben nach einer Flugzeugbesprühung von Wäldern mit DDT. Bei Baumwolle sind Insektizide, zum mindesten bei ihrer Anwendung in Amerika, verantwortlich für verschiedene Kalamitäten. SMITH und FONTENOT (15) und ISELY (16) berichten über beträchtliche Zunahme von Blattläusen nach Anwendung von Kalkarsen, da offenbar ihre Räuber geschädigt waren. Der Verwendung von Arsenverbindungen (17), BHC und DDT (18) folgten Gradationen des Baumwollkapselwurmes *Heliothis armigera*. In Peru kam es zu starken Übervermehrungen des Kapselwurmes *Heliothis virescens* nach Vernichtung der Raubinsekten durch BHC, DDT und Toxaphen; dieser Vorgang wurde von HAMBLETON (19) und von WILLE (20) experimentell nachgeprüft.

Diese Entwicklung in Obstanlagen und Baumwollplantagen warnt uns und zeigt eine der Gefahren, die bestehen, wenn das Studium der ökologischen Grundlagen vernachlässigt wird.

Andere Gefahren der Insektizide

Neben den Schwierigkeiten, die durch Bildung resistenter Rassen und induzierte Kalamitäten entstehen, müssen hier auch kurz verschiedene andere Nachteile der jetzt üblichen Insektizidanwendung erwähnt werden.

1. Die toxische Wirkung mancher Insektizide auf den Menschen und verschiedene Nutztiere, wie z. B. die Bienen, macht gelegentlich Sorge, wenn mehr Chemikalien verwendet werden.

2. Eine umfassende chemische Bekämpfung ist eine teure Angelegenheit. Im allgemeinen ist der Erfolg bestenfalls vorübergehend, und die Ausgaben laufen ständig weiter. Die Häufigkeit der Spritzungen muß, wenigstens in Obstanlagen, von Jahr zu Jahr vermehrt werden, um eine wirksame Bekämpfung zu sichern; wenn neue Kalamitäten durch Giftbehandlung induziert worden sind, besteht die Tendenz, noch mehr und noch vielseitigere Spritzungen durchzuführen, da man versucht, die zunehmende Zahl der nachwachsenden Hydraköpfe abzuschlagen; so nehmen die Ausgaben weiterhin zu.

3. Die Überbetonung der chemischen Bekämpfung hat die Weiterentwicklung ökologischer Studien zum Bekämpfungsproblem ernstlich verzögert. Viel zu viele angewandte Entomologen mußten hauptamtliche Insektizid-Tester oder -Anweiser werden. Viel zu wenig ökologische Studien an Schädlingen sind durchgeführt worden. Manchmal ist es tatsächlich schwierig, für Studienzwecke und als „Kontrolle" bei Versuchen unbehandelte Gebiete zu finden, da die Residualwirkung von Bekämpfungsmitteln jahrelang anhalten kann, bevor sich die Fauna wieder normalisiert hat (6).

Die Ursachen des übertriebenen Vertrauens in Insektizide

Hier seien einige zumeist wohlbekannte Gründe dafür erwähnt, warum chemische Bekämpfungsmethoden so stark bevorzugt werden.

1. Verständlicherweise besteht ein dauernder Druck, schnelle Ergebnisse zu erzielen, während ökologische Arbeit langwierig und schwierig ist. Bei den meist sehr knappen Mitteln, die für die Landwirtschaftswissenschaft zur Verfügung stehen, kommt es oft zu einer Konkurrenz zwischen der Notwendigkeit zu sofortigen vorläufigen Bekämpfungsmaßnahmen und der zur Grundlagenforschung. Die Sorgen der Erzeuger sind dringend und augenfällig, und man braucht schon eine gewisse Festigkeit und Zuversicht in die Möglichkeiten wissenschaftlicher Arbeit, wenn eine rechte Verteilung der Mittel für unmittelbare Bekämpfung und für ökologische Forschung gewährleistet sein soll.

Ein Beispiel dafür, wie die kurzfristig lindernden chemischen Verfahren biologische Arbeit verhindern, bietet der Bericht von Dr. Uvarov in „Nature" (21) über das Heuschreckenproblem in Nordamerika. Charakteristischerweise wurde diese Frage zu einem Problem von weitreichender wirtschaftlicher Bedeutung infolge einer schnellen, planlosen und unwissenschaftlichen Ausbeutung des Landes. Die jährlich wiederkehrenden Massenvermehrungen werden mittels großer Insektizid-Einsätze bekämpft, die jedes Jahr mehrere Millionen Dollar verschlingen. Andererseits wird die ökologische Forschung vernachlässigt. Anläßlich der Sitzung des Komitees

für Heuschrecken-Forschung in Lincoln, Nebraska (1946), brachten die Entomologen eine Entschließung ein, daß „die für die wissenschaftliche Lösung des Heuschreckenproblems zur Verfügung stehenden Geldmittel bedauerlich unzureichend sind . . .". UVAROV sagt: „Alle Arbeitsprogramme der Heuschreckenforschung in den Vereinigten Staaten und Kanada werden von der Notwendigkeit beherrscht, sofortige praktische Ergebnisse vorweisen zu können, um die Finanzierung von Jahr zu Jahr zu sichern . . . Es ist bedrückend zu sehen, wie fast der ganze entomologische Mitarbeiterstab der Bundesanstalt für Heuschreckenforschung wochenlang beschäftigt ist, in Feldversuchen neue Insektizide zu prüfen."

2. Ein weiterer Faktor, der zu der Überbetonung chemischer Bekämpfungsmaßnahmen beiträgt, ist die allgemeine Anziehungskraft von Methoden, bei denen jedermann sieht, wie die Schädlinge vernichtet werden. Die meisten Leute sind stärker beeindruckt von einem Verfahren, dessen Wirkung man sieht, als von weniger augenfälligen Verfahren, die eine Bekämpfung überflüssig machen.

3. Zweifellos hat die ungeheure Produktion und Reklame für Insektizide das allgemeine Interesse auf die chemische Schädlingsbekämpfung gelenkt, auf Kosten anderer Überlegungen. Ganz abgesehen von dem Zwang, investierte Gelder zu amortisieren, werden gerade unternehmende Männer von der Tatsache angezogen, daß chemische Produkte, Geräte und Methoden arbeitsbereit zur Hand sind; andere Methoden würden mehr Schwierigkeiten und Zeitverluste bedeuten. So ist der chemische Wagen mit dem biologischen Pferd durchgegangen.

4. Eine Folge davon ist, daß viele Entomologen und Erzeuger niemals die natürlichen Gegenkräfte der Schädlinge erproben. Automatisch durchgeführte Saisonspritzungen sorgen im allgemeinen dafür, daß natürliche Feinde nicht richtig zum Zuge kommen.

Ökologische Überlegungen

Das Zentralproblem der angewandten Entomologie, nämlich Massenvermehrungen von Schadinsekten zu verhindern, ist im wesentlichen ein ökologisches Problem. Tierbevölkerungen neigen dazu, sich zu vermehren, wenn die allgemeinen Lebensbedingungen günstig sind, werden aber auf verschiedener Populationshöhe durch natürliche Feinde, Krankheiten, Nahrungsmangel, Übervölkerung usw. daran gehindert. Oft werden sie in wirtschaftlich unbedeutender Höhe gehalten durch die Wirkung von Parasiten, räuberischen Feinden und vielleicht durch Krankheiten. Wenn diese Faktoren zur Begrenzung auf niedriger Bevölkerungsdichte nicht ausreichen, und die Außenbedingungen für den Schädling günstig sind, dann wird eine höhere Populationsdichte in typischen Fällen durch Konkurrenz begrenzt, wie sie durch Raumbeschränkung, Mangel an Nahrung und an Deckung entsteht. Gleichzeitig tragen Räuber, Schmarotzer und vor allem Seuchen wesentlich dazu bei, den hohen Bevölkerungsstand abzubauen. Diese Vorgänge werden ständig beeinflußt durch physikalische Umweltbedingungen, besonders Temperatur und Feuchtigkeit. Jene wiederum sind selbst vom Klima, von der Lage, den Bodenverhältnissen, der Art des Pflanzenwuchses und der Anbaumethoden abhängig. Die physikalischen Faktoren beeinflussen die Vermehrungs- und Todesrate einer Bevölkerung und außerdem die

Wirksamkeit der regulierenden biotischen Kräfte; sie bestimmen mit, welche Begrenzungsfaktoren zu einer gewissen Zeit dominieren und auf welche allgemeine Dichte die Population vermindert wird. Viele Änderungen der physikalischen Bedingungen verursachen Schwankungen der Bevölkerungsdichte. Um wirksam zu sein, muß die Tätigkeit regulierender Faktoren dem gegenwärtigen oder kürzlich stattgefundenen Wechsel in der Populationsdichte entsprechen; ihr durchschnittlicher Einfluß auf das Einzeltier muß bei hoher Bevölkerungsdichte größer sein als bei niedriger. Anbaumethoden beeinflussen ebenfalls den physiologischen Zustand und andere Eigenschaften der Kulturpflanze; dies mag oft für die Häufigkeit eines Schädlings sehr bedeutungsvoll sein (23).

Die Begrenzungsfaktoren wirken nicht isoliert, sondern als Teile eines komplexen Ökosystems mit zahlreichen Wechselbeziehungen. Dieses Netz gegenseitiger Korrelationen ist bei einigen Tiergemeinschaften in einer naturgemäß nur mangelhaften Vollständigkeit aufgespürt und als Diagramm aufgezeichnet worden. Man kann auch ein allgemeines Schema darstellen, das die auffälligeren Beziehungen anführt (Abb. 1). Es zeigt

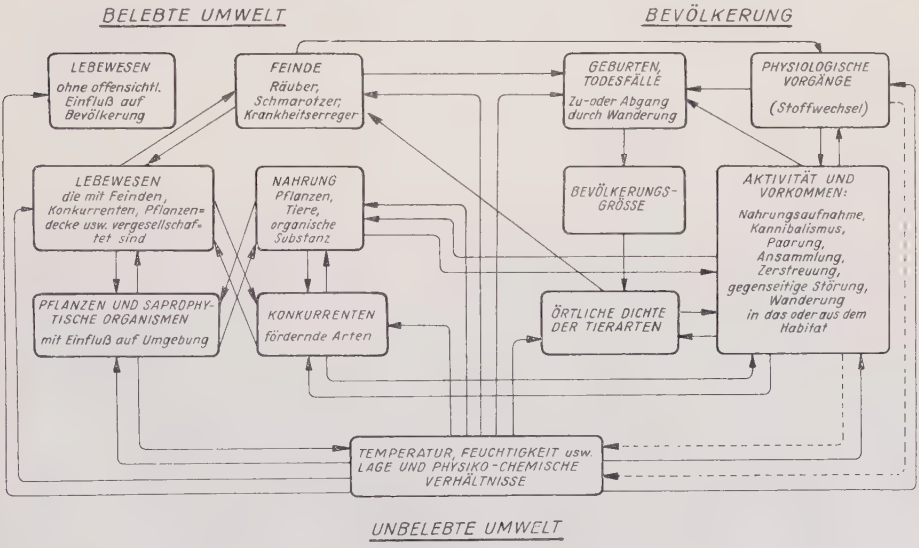

Abb. 1. Die wichtigsten Beziehungen einer Population und einer Art zu ihrer Umwelt

1. Gegliedert in 5 Hauptgruppen die Vorgänge in einer Bevölkerung, 2. Die belebte Umwelt: Nahrung, Feinde, Hyperparasiten, Konkurrenten, Pflanzenbedeckung usw. und 3. Die physikalische Umwelt. Der Einfluß des Menschen ist nicht dargestellt; wenn er es wäre, müßte er auf nahezu alle Einzelfaktoren des Schemas einwirken.

Das Bild zeigt z. B. das Einwirken der Hyperparasiten und Konkurrenten auf eine Parasitenart, den Einfluß der physikalischen Umwelt auf beide, die Wirkung der Schmarotzer, welche die Sterblichkeit in der Wirtspopulation steigern und möglicherweise Häufigkeit und örtliche Dichte des Wirtes herabsetzen.

Andererseits zeigt das Schema, wie das Nahrungsangebot, beeinflußt durch physikalische Umwelt, Nachbarpflanzen und durch den Fraß konkurrierender Arten, auf die Nahrungsaufnahme und andere physiologische Prozesse der Bevölkerung einwirkt und damit auch ihre Vermehrungskraft, Sterblichkeit und Häufigkeit beeinflußt.

Diese graphische Darstellung mag recht kompliziert erscheinen, aber sie ist tatsächlich ein weitgehend summarisch vereinfachtes Bild. Wird dies berücksichtigt, so ist die Schwierigkeit einer Voraussage der endgültigen Wirkung neu eingeführter Vernichtungsfaktoren zu verstehen. Zuverlässig wird sie sich nur auf Grund sorgfältiger ökologischer Studien der Verhältnisse geben lassen (24, 25).

Eine Reihe wichtiger ökologischer Gesichtspunkte, die für das Problem einer wirtschaftlichen Schädlingsbekämpfung bedeutungsvoll sind, könnte durch folgende Überschriften angedeutet werden:

1. Die wesentliche Verflochtenheit des Gefüges aufeinander einwirkender Kräfte; daraus abgeleitet die Notwendigkeit, wenigstens die wesentlichsten Züge dieser Situation zu studieren und eine Lage zu klären, in der man hofft, eine wirtschaftliche Schädlingsbekämpfung durchführen zu können.

2. Der zweite Punkt leitet sich ebenfalls von der Erkenntnis ab, wie komplex die Situation ist. Man kann ihn vereinfacht so formulieren: Kommt ein neuer Sterblichkeitsfaktor zu den bisher schon wirksamen hinzu, dann kann dadurch eine Zunahme an Stelle der angestrebten Abnahme der Populationsdichte resultieren.

a) Die erste und auffälligste Form einer solchen Interferenz ist die Vernichtung der natürlichen Feinde durch Insektizide.

b) Theoretische Arbeiten haben es wahrscheinlich gemacht, daß die Parasiten abnehmen und die Wirte sich vermehren, wenn einige Glieder einer teilweise parasitierten Bevölkerung getötet werden (26, 24, 27).

c) Falls Schädlinge durch Insektizide allzu weitgehend vernichtet werden, können die natürlichen Feinde verhungern, ehe die Schadart wieder zunimmt, so daß eine neue und schlimmere Kalamität folgt (22, 28, 29, 30).

d) Nicht nur künstlich angewandte Begrenzungsmittel können natürliche Faktoren ernstlich beeinträchtigen. TAYLOR (31) zeigte in Fidji, daß der Kokosblattminierer *Promecotheca reichei* offenbar ursprünglich durch heimische Parasiten bis auf ein wirtschaftlich unbedeutendes Maß eingeschränkt worden war. Als die parasitische Milbe, *Pediculoides ventricosus,* dorthin eingeschleppt wurde, griff sie die blattminierende Käferlarve so wirksam an, daß zu gewissen Zeiten nur ein Entwicklungsstadium des Käfers vorkam. Dieses genügte den heimischen Parasiten nicht, verursachte ihr völliges Versagen als wirksame Gegenfaktoren, und der Minierer wurde erstmalig ein Großschädling.

3. Der dritte Punkt ist ebenfalls eine Folge der komplexen Natur des Gleichgewichtszustandes. Natürliche Feinde neigen wie alle dichteabhängigen und damit wirksam regulierenden Sterblichkeitsfaktoren dazu, einen größeren Anteil der Wirtsbevölkerung abzutöten, wenn der Schädling häufig ist, als wenn er selten ist. Wenn andere Einflüsse die Häufigkeit des Schädlings einschränken, wird ein dichteabhängiger Gegenspieler wahrscheinlich einen geringeren Anteil und damit auch eine viel kleinere absolute

Zahl vernichten, als er es sonst getan hätte. Folglich besteht hier eine Tendenz zur Kompensation, d. h. nach Hinzufügen oder Fortnehmen eines besonderen Faktors, oder auch nach seiner Abänderung, wird durch entgegenwirkende Tätigkeit anderer Einflüsse ein Ausgleich erzielt (32).

4. Wenn wir die natürliche Vielfalt der Bedingungen in unserer Landschaft beseitigen und eine weitgehende „Massenvermehrung" von Apfelbäumen oder Rosenkohl hervorrufen, dann fördern wir wohl eine entsprechende Übervermehrung von Schädlingen. Saubere Monokultur schließt viele Schadarten und natürliche Feinde aus, die verschiedene Wirte benötigen. Dies mag ökologische Arbeiten und den Gebrauch von Insektiziden erleichtern, aber es bedeutet auch eine mangelnde Stabilität, oder ein Fehlen der ausgleichenden Kräfte, so daß tatsächlich schwere Übervermehrungen von Schädlingen in Monokulturen häufiger vorkommen als unter anderen Bedingungen (32). Einer der grundsätzlichen Unterschiede zwischen amerikanischer und britischer Landwirtschaft besteht darin, daß in Amerika auf großen Flächen gleiche oder ähnliche Pflanzen angebaut werden und daß dort wenige Reste ursprünglicher Vegetation übrigbleiben, wo natürliche Feinde Zuflucht und vielfältige Nahrung finden. Folglich, so sagt man, sind Großkalamitäten unter amerikanischen Bedingungen häufiger.

Einige neue Bestrebungen

Angesichts der oben geschilderten Überlegungen überrascht es nicht, daß Versuche zur Schädlingsbekämpfung, die sich nicht um die ökologischen Belange kümmerten, oft versagten oder neue Plagen erzeugten. Man hat in der Tat weitgehend erkannt, daß die Dinge sich vielerorts falsch entwickelt haben. Trotz großer Erfolge auf vielen Gebieten ist die chemische Bekämpfung andernorts immer mühsamer und kostspieliger geworden, wobei die Erfolge oft enttäuschend und manchmal katastrophal waren. Die meisten der in diesem Aufsatz genannten Gesichtspunkte sind bereits früher schon diskutiert worden, entweder allgemein oder in bezug auf die Bekämpfung eines bestimmten Schädlings; darüber informieren manche Arbeiten von Uvarov (21), Pickett (25, 1, 2), Wigglesworth (33, 35), MacLagan (36), Ullyett (37), DeBach (22), Bishopp (38) und anderen. Im ganzen gesehen ist man aber in dem Bemühen, das Gleichgewicht zwischen Chemie und Biologie auf diesem biologischen Gebiet wiederherzustellen, noch wenig weitergekommen. Es sind jedoch genügend Unterlagen vorhanden als Beispiele dafür, was benötigt wird.

Am dringendsten notwendig ist es, mehr ökologische Grundlagenarbeiten anzusetzen. Das Ziel solcher Untersuchungen sollte es sein, den Komplex der ökologischen Einheiten darzustellen, deren Mittelpunkt die angebaute Kulturpflanze ist. Man wird dies Thema zweckmäßig so angehen, daß man die Faktoren studiert, welche die Häufigkeit einer bestimmten Schädlingsart regulieren, und daß man dabei die vielfältigen Wechselbeziehungen herausarbeitet. Eine derartige Untersuchung entspricht nur dann den Anforderungen, wenn sie auf quantitativen Angaben beruht. Zur zahlenmäßigen Erfassung benötigt man die allersorgfältigste Technik; zweifellos werden viele neue oder verbesserte Methoden dabei notwendig werden, wenn sich diese Arbeitsrichtung weiter entwickelt. Ferner muß man bedenken, daß die eingehende ökologische Untersuchung eines Schäd-

lings mit seiner biotischen Umwelt eine ganze Reihe von Jahren braucht und sich eher für eine Zusammenarbeit mehrerer als für einen einzelnen Forscher eignet.

Ein wichtiger Schritt vorwärts in der rechten Richtung ist der Gebrauch experimenteller Methoden, um die Wirkung natürlicher Feinde auf Schädlingsbevölkerungen zu erfassen. Solche Methoden wurden in Riverside in Kalifornien entwickelt:

1. Die Zwinger-Methode (39, 40): Bestimmte Äste von Bäumen werden mit feinen Gazezwingern umgeben, von denen einige am Ende offen bleiben, andere geschlossen werden, um Parasiten auszuschließen.

2. Die chemische Abschirmung (41, 42): Gewisse Versuchsflächen werden mit Insektiziden behandelt, welche die betreffenden natürlichen Feinde mehr oder weniger vollkommen ausschalten, dabei aber die Wirte kaum oder gar nicht beeinflussen.

3. Biologische Abschirmung (43): An bestimmten Bäumen unterbinden Ameisen, die notfalls künstlich gefördert werden, weitgehend die Wirksamkeit der natürlichen Feinde; die Schädlingsbevölkerung derartiger Bäume wird dann mit jener ameisenfreier verglichen.

Ein weiterer wichtiger Entwicklungsschritt der Forschung wäre das Studium der Dauerfolgen einer Insektizidanwendung und der Frage, was sich daraus für die verschiedenen Glieder der Biozönose wie auch für die Schädlinge ergibt, die bekämpft werden sollen. Manche der oben angeführten Zitate aus den Arbeiten von PICKETT aus Nova Scotia und DEBACH aus Kalifornien zeigen, daß diese Autoren bewußt einige der Dauerfolgen untersucht haben (vgl. auch WOGLUM) (44). Außerdem gibt es von diesen Instituten Arbeiten, die den Effekt einer Reihe von Insektiziden auf verschiedene Arten natürlicher Feinde behandeln. Auch einige Untersuchungen von anderen Stellen schildern derartige Versuche, so die von WILSON (45) und WAY (46) in Großbritannien und von SCHNEIDER (47) in der Schweiz.

Praktisch bedeutsam ist eine Reihe neuer Arbeiten, die sich um Möglichkeiten bemühen, Insektizide zusammen mit biotischen Gegenkräften einzusetzen und so die natürlichen Feinde zu nutzen, anstatt sie zu vernichten. Recht wichtig, wenn auch noch in der Entwicklung, ist die Erforschung selektiver Wirkung verschiedener Insektengifte. Ziel ist es dabei, Mittel zu finden und zu verwenden, die bestimmte Schädlinge vernichten, dabei aber ihren natürlichen Feinden wenig schaden. Die Entomologen der Pest Control, Ltd., haben diese Frage besonders eingehend studiert, und über ihre Arbeiten wird Dr. GREENSLADE vortragen[3]). Vgl. hierzu auch CLAUSEN (10), LORD (3, 4), PICKETT (2) und DOUTT (48).

Ein anderes, auf den gleichen Grundsätzen beruhendes Verfahren ist die chemische Ausrottung solcher Ameisen, die sich nicht mit den natürlichen Feinden mancher Schädlinge vertragen. Dies war das Thema neuerer Arbeiten der Mitarbeiter der Pest Control, Ltd., und auch von DEBACH (22).

Gute Beispiele für die umfassende ökologische Bearbeitung einer Schädlingsbekämpfung bieten die Untersuchungen von HAMBLETON (19)

[3]) Anm. d. Übers.: Der Vortrag von Greenslade erschien unter dem Titel: „Insect population balance and chemical control of pests. The use of selective insecticides"; in: Chemistry and Industry, 1223—1224, 1953.

und Wille (20) über den Kapselwurm *Heliothis virescens* in den Baumwollfeldern von Peru. Durch geeignete Bekämpfungsmaßnahmen, die „eine besser ausbalancierte Art der Landwirtschaft" einschließen, haben sie Verhältnisse geschaffen, unter denen die natürlichen Feinde mehr erreichen als Insektizide.

Gewisse weitere vielversprechende Vorschläge entstanden im Zusammenhang mit neueren Arbeiten, die sich bemühten, praktische Wege zur Intensivierung natürlicher Gegenkräfte zu finden. Für den Fall, daß die Entwicklung der Gegenspieler zeitlich nicht gut mit derjenigen des Schädlings übereinstimmt, schlugen Flanders (49) und DeBach (50) vor, in kritischen Perioden natürliche Feinde künstlich auszusetzen; Smith und DeBach (51) regten Ähnliches für die Schädlinge selbst an, und zwar für Zeiten, in denen die Feindarten unter Mangel an Wirten zu leiden haben. DeBach (22) empfiehlt verschiedene Kulturmaßnahmen, um die Staubmenge zu vermindern, die sich auf Citrusbäumen absetzt. Es soll so eine hohe brauchbare Luftfeuchtigkeit erhalten werden (denn Staub und Trockenheit schädigen die natürlichen Feinde), und ein Vorrat an unspezifischen Räubern entstehen, der Zeiten überbrückt, in denen die üblichen Gegenkräfte nachlassen; gleichzeitig sollen Nährpflanzen für Nebenwirte geboten werden, um eine beständigere Bevölkerung des Schädlings und seiner spezifischen Feinde zu erhalten (vgl. Flanders [49]).

Bezüglich der Forstschädlinge schlägt Dowden (52) vor, man solle zwischen Gebieten unterscheiden, in denen das Ausmaß der Schädlingskatastrophe chemische Kampfverfahren unerläßlich macht, um die Bäume am Leben zu erhalten, und anderen Gebieten, in denen eine derartige Behandlung unnötig oder sogar schädlich wäre. Für Flächen, die zu besprühen sind, regt er an, einige Stämme, an denen die natürlichen Feinde zufällig besonders häufig sind, unbehandelt zu lassen als Ausgangsherde für eine baldige Wiederherstellung des natürlichen Gleichgewichtes[4]).

Bei der Diskussion seiner Studien an der Kohlschabe in Südafrika schlägt Ullyett (53) vor, besonders sorgsam die rechte Zeit für chemische Verfahren abzupassen, um Parasiten und Räuber möglichst wenig zu beeinträchtigen. Er regt außerdem an, starke Übervermehrungen so lang wie wirtschaftlich tragbar ungestört zu lassen, um den natürlichen Feinden eine Chance zu geben, den Schädling zu überholen (vgl. auch Ullyett [54] über die rote Citrusschildlaus).

Noch kann nicht beurteilt werden, welche dieser verschiedenen Entwicklungstendenzen und Vorschläge den Keim für künftige große Vorteile in sich tragen. Im Augenblick zeigen sie jedenfalls, daß manche Entomologen vernünftig an die Probleme herangehen, da die meisten dieser neuartigen Bekämpfungsmaßnahmen ohne grundlegende ökologische Forschungen kaum erprobt werden können.

Schlußfolgerungen

Es wird nicht vorgeschlagen, ohne Insektizide auszukommen. In Wirklichkeit benötigen wir noch viel mehr von ihnen, allerdings solche mit selektiver Wirkung, statt der vielen mit allgemeiner Breitenwirkung, wie sie

[4]) Anm. d. Übers.: Dieser Vorschlag bezieht sich auf die chemische Borkenkäferbekämpfung.

heute verwendet werden. Dann wird es leichter sein, chemische Bekämpfungsverfahren abgestuft anzuwenden, in realistischer Berücksichtigung des biologischen Gefüges, das zu ändern wir uns bemühen. Abschließend die auf der Hand liegende, aber wichtige Lehre: Entomologen sollten alles tun, um die Erkenntnis zu verbreiten, daß die Probleme der Schädlingsbekämpfung in erster Linie ökologischer Natur sind. Forschung und Bekämpfungsverfahren, die eine entsprechende ökologische Grundlage haben, sind durch sie zu fördern. So werden sie mithelfen, die Schädlingsbekämpfung aus dem empirischen Stadium zu einer echten Wissenschaft zu entwickeln.

Literaturverzeichnis

1. PICKETT, A. D., Ent. Soc. Ontario, 79th Ann. Rept., Ontario, 1948, 5 pp.
2. — — Canad. Ent., 1949, **81,** 67.
3. LORD, F. T., ibid., 1947, **79,** 196.
4. — — ibid., 1949, **81,** 202.
5. BOYCE, A. M., J. econ. Ent., 1950, **43,** 741.
6. DEBACH, P. & BARTLETT, B., ibid., 1951, **44,** 344.
7. GRIFFITHS, J. T., ibid., 1951, **44,** 464.
8. NEWCOMER, E. J., DEAN, F. P. & CARLSON, F. W., ibid., 1946, **39,** 674.
9. MICHELBACHER, A. E., SWANSON, C. & MIDDLEKAUFF, W. W., ibid., 1946, **39,** 812.
10. CLAUSEN, C. P., Ann. ent. Soc. Amer., 1936, **29,** 201.
11. NEL, R. I., J. ent. Soc. S. Afr., 1942, **5,** 118 (From Rev. appl. Ent., 1943, A **31,** 219).
12. MASSEE, A. M., (In) Synopsis of the world literature on the fruit tree red spider mite Metatetranychus ulmi (C. L. KOCH, 1835) and its predators, by GROVES, JOAN, R., 1951 (London: Commonwealth Institute of Entomology).
13. BLAIR, CATHERINE A. & GROVES, JOAN R., J. hort. Sci., 1952, **27,** 14.
14. HOFFMAN, C. H. & MERKEL, E. P., J. econ. Ent. 1948, **41,** 464.
15. SMITH, G. L. & FONTENOT, J. A., ibid., 1942, **35,** 596.
16. ISELY, D., Bull. Ark. agric. Exp. Sta., 1946, No. 462, 29 pp (From Rev. appl. Ent., 1949, A **37,** 98).
17. EWING, K. P. & IVY, E. E., J. econ. Ent., 1943, **36,** 602.
18. NEWSON, L. D. & SMITH, C. E., ibid., 1949, **42,** 904.
19. HAMBLETON, E. J., ibid., 1944, **37,** 660.
20. WILLE, J. E., ibid., 1951, **44,** 13.
21. UVAROV, B. P., Nature, Lond., 1947, **160,** 857.
22. DEBACH, P., J. econ. Ent., 1951, **44,** 443.
23. HASEMAN, L., ibid., 1950, **43,** 399.
24. NICHOLSON, A. J., Verh. 7 int. Kongr. Ent., Berlin, 1938, 1939, 3022 (Cf. Rev. appl. Ent., 1945, A **33,** 254).
25. PICKETT, A. D., PATTERSON, N. A., STULTZ, H. T. & LORD, F. T., Sci. Agric., 1946, **26,** 590.
26. VOLTERRA, V., J. Cons. Int. Explor. Mer., 1928, **3,** 3.
27. VARLEY, G. C., J. anim. Ecol., 1947, **16,** 139.
28. FLANDERS, S. E., Ann. ent. Soc. Amer., 1940, **23,** 245.
29. RIPPER, W. E., GREENSLADE, R. M. & HARTLEY, G. S., J. econ. Ent., 1951, **44,** 448.
30. GOODMAN, A., World Crops, 1952, **4,** 32.
31. TAYLOR, T. H. C., „The Biological Control of an Insect in Fiji . . .", 1937 (London: Imperial Institute of Entomology).
32. SOLOMON, M. E., J. anim. Ecol., 1949, **18,** 1.
33. WIGGLESWORTH, V. B., Atlantic Mon., 1945, **176,** 107.
34. GLEN, R., J. econ. Ent., 1952, **45,** 157.
35. WIGGLESWORTH, V. B., Advanc. Sci., 1950, No. 26, 8 pp.
36. MACLAGAN, D. S., Nature, Lond., 1951, **169,** 360.
37. ULLYETT, G. C., J. econ. Ent., 1951, **44,** 459.
38. BISHOPP, F. C., Trans. 9 Int. Congr. Ent., Amsterdam, 1951, 1952, **1,** 1023.
39. SMITH, H. S. & DEBACH, P., J. econ. Ent., 1942, **35,** 845.
40. DEBACH, P., DIETRICK, E. J. & FLESCHNER, C. A., ibid., 1949, **42,** 546.
41. DEBACH, P., ibid., 1946, **39,** 695.
42. HUFFAKER, C. B. & SPITZER, C. H., Jr., ibid., 1951, **44,** 519.

43. DeBach, P., Fleschner, C. A. & Dietrick, E. J., ibid., 1951, **44,** 763.
44. Woglum, R. S., La Follette, J. R., Landon, W. E. & Lewis, H. C., ibid., 1947, **40,** 818.
45. Wilson, G. Fox, J. R. hort. Soc., 1946, **71,** 6.
46. Way, M. J., Bull. ent. Res., 1949, **40,** 279.
47. Schneider, F., Proc. 8 int. Congr. Ent., Stockholm, 1948, 1950, 948.
48. Doutt, R. L., J. econ. Ent., 1951, **44,** 37.
49. Flanders, S. E., Calif. Citogr., 1949, **34,** 222 (From DeBach [22]).
50. DeBach, P., Dietrick, E. J., Fleschner, C. A. & Fisher, T. W., J. econ. Ent., 1950, **43,** 783.
51. Smith, H. S. & DeBach, P., Proc. Roy. Soc. New Zealand, 1950, 4 (From DeBach [22]).
52. Dowden, P. B., J. econ. Ent., 1952, **45,** 481.
53. Ullyett, G. C., Ent. Mem. Dep. Agric. S. Afr., 1947, **2,** 77.
54. — — Fmg. in S. Afr., 1946, No. 25, 5 pp. (From Rev. appl. Ent., 1948, A **36,** 172).

Nachschrift des Übersetzers:

Die in vorstehender Arbeit aufgeführten Beispiele für ungünstige Folgen von Fungizid- und Insektizidbehandlung stammen zum großen Teil aus Nordamerika. Dort werden die Maßnahmen zur chemischen Bekämpfung von Pflanzenschädlingen intensiver als bei uns gemeinhin üblich durchgeführt, entsprechend den dort eingebürgerten rationalisierten und einseitigen Anbauformen der Kulturpflanzen. Auch bei uns sind starke Strömungen zu bemerken, die auf eine entsprechende Entwicklung unserer Landwirtschaft und eine sich immer steigernde Intensivierung chemischer Pflanzenschutzmaßnahmen hinarbeiten. Es dürfte also nicht überflüssig sein, sich auch in Deutschland mit den daraus möglicherweise entstehenden Folgen für das Ökosystem zu beschäftigen, wenn auch die bisher bei uns vorliegenden Angaben weniger eindeutige Beispiele hierzu liefern, als sie aus Nordamerika bekannt geworden sind. — Dr. F.

Quadraspidiotus schneideri Bachmann — Art oder Rasse?

Eine Entgegnung

Von

F. Bachmann, Wädenswil (Zürich)

In Band 36, Heft 2, dieser Zeitschrift ist eine Arbeit von F. Scherney erschienen, die in der Feststellung gipfelt, daß die Aufstellung der Art *Quadraspidiotus schneideri* durch mich nicht berechtigt sei. Da durch diese Aussage meine, ebenfalls in dieser Zeitschrift publizierten Untersuchungen in Frage gestellt werden, sei es mir gestattet, nachstehend dazu Stellung zu beziehen.

In bezug auf die Entscheidung, wann von zwei selbständigen Arten gesprochen werden kann, möchte ich der von Mayr, Linsley und Usinger ausgesprochenen Auffassung folgen, die besagt, daß als Voraussetzung für die Trennung zweier Arten gilt: Reproduktive Isolation und morphologische Unterschiede. Die Ansicht von W. H. Thorpe brauchen wir uns nicht zu eigen zu machen, der noch weiter geht, indem er sagt: „Indeed, one may perhaps define the modern conception of a species as a population of individuals prevented from interbreeding with all other populations by physiological differences (in the widest sense) wether or no structural differences are also present." (Huxley 1945, S. 342)[1]).

Betrachten wir die beiden in Frage stehenden Arten, *Quadraspidiotus piri* Lichtenstein und *Quadraspidiotus schneideri* Bachmann in bezug auf die erstgenannte Voraussetzung, reproduktive Isolation, dann müssen wir feststellen, daß diese Voraussetzung erfüllt ist. Eine Kreuzung der beiden Arten ist wegen des unterschiedlichen Entwicklungszyklus nicht möglich, indem *piri* als Zweitlarve überwintert und die Begattung im Frühjahr erfolgt, während *schneideri* bereits im Herbst kopuliert und das begattete Jungweibchen überwintert. Diese Entwicklungszyklen sind durch streng fixierte Diapausen der Überwinterungsstadien festgelegt. Scherney hat diese entscheidende Tatsache in seiner Arbeit vollständig vernachlässigt. Für die praktische Unterscheidung der beiden Arten genügt festzustellen, daß es sich um eine Deckelschildlaus vom Typ *Quadraspidiotus piri* handelt, wobei das Überwinterungsstadium über die Zugehörigkeit zur einen oder andern Art entscheidet.

Was die morphologischen Unterschiede zwischen den beiden Arten anbetrifft, so sind sie zwar auf den ersten Blick geringfügiger Natur, doch

---

[1]) Im Grunde besteht kein wesentlicher Unterschied zwischen der Auffassung von Thorpe und derjenigen von Mayr, Linsley und Usinger, die die Art folgendermaßen definieren:

„Species are groups of actually (or potentially) interbreeding natural populations which are reproductively isolated from other such groups."

Die Autoren unterscheiden nun zusätzlich zwischen getrennten Arten (different species), die gute morphologische Unterschiede aufweisen und cryptischen Arten (sibling species), die morphologisch annähernd identisch, aber reproduktiv isoliert sind.

können eine ganze Reihe artspezifischer Merkmale namhaft gemacht werden, die in ihrer Gesamtheit eine eindeutige Trennung der Arten auch ohne Berücksichtigung der biologischen Unterschiede ermöglichen. Diese Merkmale wurden in meiner früheren Arbeit (Bachmann 1953) eingehend beschrieben, so daß ich mich in diesem Zusammenhang auf eine kurze Zusammenfassung beschränken kann.

1. Die durchschnittliche Gesamtzahl der Dorsaldrüsen beim Weibchen beträgt für *piri* 134, für *schneideri* 88. Bei den Zweitlarven ist die Differenz weniger ausgeprägt, auch finden hier bei den Extremwerten Überschneidungen statt. Die entsprechenden Zahlen lauten 43,5 bzw. 33. Diese Ergebnisse werden durch die Untersuchungen sowohl von Zahradník wie auch von Müller und Eisenschmidt bestätigt. Scherney hat dieses Merkmal bei den Weibchen unberücksichtigt gelassen.

2. Die Perivaginaldrüsen differieren einmal in ihrer Gesamtzahl, vor allem aber in bezug auf die Zahl der Einzeldrüsen in der mittleren Drüsengruppe. Hier lauten die entsprechenden Durchschnittswerte für *piri* 4, für *schneideri* 1. Auch diese Ergebnisse werden durch Müller und Eisenschmidt in schönster Weise bestätigt, während die entsprechenden Untersuchungen bei Scherney fehlen.

3. Der durchschnittliche Vulvaabstand vom Pygidiumrand beträgt bei *piri* 177 µ, bei *schneideri* 149 µ. Dieses Merkmal wurde von anderen Autoren nicht untersucht.

4. Was schließlich die unterschiedliche Ausbildung der Platten am Pygidiumrand anbetrifft, welches Merkmal Hauptgegenstand der kritischen Untersuchungen Scherney's bildet, ist festzuhalten, daß die von Scherney an seinem italienischen Material beobachtete Variationsbreite von keinem der übrigen Autoren bestätigt werden konnte. Bei seiner Darstellung der Verhältnisse bei den Zweitlarven ist es sehr gut möglich, daß ihm beide Arten vorlagen, hingegen muß dies für die Weibchen wohl ausgeschlossen werden, da er nach seinen Angaben nur mit Schildläusen von Früchten arbeitete, wobei von *piri* nur dann Weibchen erhalten werden können, wenn befallene Früchte nach Neujahr (Diapause gebrochen) zu höheren Temperaturen gebracht werden und sich so die überwinternden Zweitlarven häuten können. Inwieweit die eigenartigen Ergebnisse auf mangelhafte Präparationstechnik zurückzuführen sind, wage ich auch nicht zu entscheiden. Wenn Scherney die systematisch nicht unwichtigen randständigen Platten (p4) mit in seine Untersuchungen einbezogen hätte, wäre vielleicht eine eindeutige Erklärung eher möglich.

Zusammenfassend ist festzuhalten, daß einmal die biologischen und morphologischen Unterschiede, die zur Abspaltung einer neuen Art von *Quadraspidiotus piri* Lichtenstein führten, nicht nur von mir, sondern auch unabhängig und gleichzeitig von Zahradník erkannt wurden, der die neue Art als *Quadraspidiotus mařani* bezeichnete (zur Prioritätsfrage soll hier nicht Stellung genommen werden). Ferner haben auf Grund dieser Ergebnisse Müller und Eisenschmidt einerseits und H. Böhm andererseits die neue Art ebenfalls erkannt und ihr Vorkommen in Ostdeutschland bzw. Österreich festgestellt. Auch Krause ist der neuen Art begegnet, und er weist darauf hin, daß auf jugoslawischen und Tiroler-Äpfeln überwinternde Zweitlarven, auf italienischen Äpfeln hingegen Jungweibchen gefunden

wurden. Ferner entsprechen seine Zeichnungen des Pygidiums von *Quadraspidiotus piri* ziemlich gut der neuen Art. Schmutterer hat ebenfalls unter der Bezeichnung *Quadraspidiotus piri* die neue Art erwähnt und später seine Angaben rektifiziert. Schließlich ist zu erwähnen, daß meine Untersuchungen vor allem auf die Wichtigkeit der Population bei der Beurteilung der artspezifischen Merkmale hinweisen und dementsprechend der statistischen Erfassung der Merkmale große Bedeutung zukommt, während Scherney diesen Gesichtspunkt insofern vernachlässigt, als er eine Untersuchungen an vollkommen heterogenem Material durchführte und zudem häufig mit der Gegenüberstellung von Einzelindividuen, die vielleicht Extremvarianten darstellen, operiert.

Ich glaube mit Vorstehendem gezeigt zu haben, daß *Quadraspidiotus schneideri* Bachmann eine gute Art ist, die eindeutig von *Quadraspidiotus piri* Lichtenstein getrennt werden kann, und daß die Schlußfolgerungen von Scherney einer objektiven Prüfung nicht standhalten.

Literaturverzeichnis

Bachmann F.: *Quadraspidiotus schneideri* n. sp. (Homopt. Diaspidoid.), eine neue Schildlausart. Mitt. Schweiz. Ent. Ges. **XXV**/4, Dez. 1952.

— — Untersuchungen an den gelben Obstbaumschildläusen *Quadraspidiotus piri* Licht. und *Quadraspidiotus schneideri* n. sp. Z. ang. Ent. **34**, S. 357—404, 1953.

Böhm H.: Auftreten von *Quadraspidiotus schneideri* n. sp. (Homopt. Diaspidoid.) in Österreich (kurze Mitteilung). Pfl.schutz-Berichte S. 55—56, 1954.

Huxley J.: The New Systematics. London 1945.

Krause G.: Erkennung der San José-Schildlaus und anderer Deckelschildläuse auf einheimischem und importiertem Obst. Z. Pfl.bau und Pfl.schutz **45,** Sonderh. 1, 1950.

Mayr E., Linsley E. G. und Usinger R. L.: Methods and Principles of Systematic Zoology, New York, Toronto, London 1953.

Müller F. P. und Eisenschmidt H.: *Qudraspidiotus schneideri* Bachmann (= *mařani* Zahradník), eine der San José Schildlaus ähnliche Deckelschildlaus. Nachrichtenbl. f. d. Deutsch. Pfl.sch.dienst, S. 151—153, 1954.

Scherney F.: Ist *Quadraspidiotus schneideri* Bachmann eine Art? Z. ang. Ent. **36**, 2, S. 225—231, 1954.

Schmutterer H.: Die Ökologie der Cocciden (Homoptera, Coccoidea) Frankens. Z. ang. Ent. 33, S. 544—584, 1952.

Zahradník J.: Eine neue Schildlausart *Quadraspidiotus mařani* n. sp.) Beitr. z. Ent. **II**, 4/5, S. 449—451, 1952.

Aus der Entomologischen Abteilung des Nationalmuseums, Praha II

Über die wichtigsten artdifferenzierenden Merkmale der Schildlaus *Quadraspidiotus mařani* Zahradník (= *Qu. schneideri* Bachmann)

Von

Jiři Zahradník

Im Jahre 1952 haben Bachmann und Zahradník ein und dieselbe Schildlausart unabhängig voneinander beschrieben, der sie die Namen *Quadraspidiotus schneideri* Bachm. und *Quadraspidiotus mařani* Zahr. gaben. Die Prioritätsfrage wird an anderer Stelle behandelt. Auf Grund eines eingehenden Studiums der Originalarbeiten und der Regeln der zoologischen Nomenklatur soll der einzige gültige Name dieser Art *Quadraspidiotus mařani* sein.

Mit dem Erscheinen der Arbeit von Scherney (1954) ist eine neue Problematik entstanden. Scherney glaubt, daß *Quadraspidiotus mařani (schneideri)* nur eine Form von *Quadraspidiotus piri* Lichtenstein ist. Ich halte es aber für nötig wenigstens einige Beweise anzuführen, welche gegen die Gründe von Scherney sprechen. In einer in Vorbereitung befindlichen, ausführlichen Arbeit über die Morphologie, Variabilität und Bionomie aller Stadien beider Arten werden die Hauptunterschiede zwischen den Arten noch sichtbarer.

Scherney arbeitete gleichzeitig mit beiden Arten, welche er miteinander vermischte und so die an sich genug schwierige Systematik der Gattung *Quadraspidiotus* McGill. komplizierte.

Die Aufstellung der Arten *Qu. mařani* und *Qu. piri* ist auf Grund folgender Merkmale berechtigt:

1. Das wichtigste Merkmal der Art *Qu. mařani* ist die Länge der p_1, welche meist unverzweigt oder nur in zwei Teile gegabelt sind und die Länge der inneren Mittellappenkerbe nicht überragen. (480 Weibchen von *Pirus communis* aus Praha, 16. XI. 1954 wurden durchgesehen). Dieses Merkmal führt auch Bachmann (1953, p. 367) als ein absolut konstantes an. Die p_1 der *Qu. piri* sind länger und überragen die Länge der inneren Mittellappenkerbe, manchmal die Länge von L_1. Sie sind stets verzweigt.

2. p_2: die innere p_2 ist bei *Qu. mařani* dornförmig, nur ausnahmsweise mit einem schwachen Zähnchen versehen. Die Länge der p_2 überragt nicht die Tangente zwischen L_1 und L_2 (vgl. Bachmann 1953, p. 364). Bei *Qu. piri* sind beide p_2 stark verzweigt und sie überragen die Tangente zwischen L_1 und L_2 (vgl. Scherney 1954, Abb. 2, a, b, p. 227).

3. p_3: bei *Qu. mařani* sind sie schwächer verzweigt oder gegabelt. Die innere von ihnen ist meist dornförmig. Bei *Qu. piri* sind sie meist stark verzweigt.

4. Dorsaldrüsenzahl: 80—90 bei *Qu. mařani*, ca. 120 bei *Qu. piri*. (vgl. BACHMANN 1953, p. 367). Die Dorsaldrüsenzahl ist ein wichtiges artdifferenzierendes Merkmal. SCHERNEY (1954, p. 229) hat ihr aber keine Aufmerksamkeit geschenkt.

5. Überwinterung: *Quadraspidiotus mařani* überwintert als befruchtetes Weibchen, *Qu. piri* als Zweitlarve (vgl. ZAHRADNÍK 1952, DUŠKOVÀ 1952, BACHMANN 1953) SCHERNEY beruft sich nur auf die Literaturangaben von KRAUSE (1949) und SCHMUTTERER (1952). Zum verschiedenen Entwicklungszyklus, welcher ein wichtiger und unabweisbarer Bestandteil der modernen Systematik ist, nimmt er nicht Stellung. Man kann dazu nur bemerken, daß KRAUSE beide Arten — *Qu. piri* und *Qu. mařani* — vermischte; auch SCHMUTTERER (1952) hat in seiner Arbeit unter dem Namen *Qu. piri* die Bionomie von *Qu. mařani* angeführt, was ich auf Grund von Material aus Erlangen, welches mit Dr. SCHMUTTERER freundlichst schickte, feststellen konnte.

SCHERNEY arbeitete mit einem Material aus Italien (ohne Angaben der Lokalitäten), welches vom September 1949 bis Mai 1950 und vom Januar 1951 bis April 1951 gesammelt wurde. Aus den angeführten Daten geht hervor, daß er in seinem Material ausgewachsene Weibchen nicht nur von *Qu. piri*, sondern auch von *Qu. mařani* hatte. Auch zu den Abbildungen von SCHERNEY ist Stellung zu nehmen. Sie zeigen, daß ein altes Material bearbeitet wurde, welches noch durch Präparation weiter beschädigt wurde (Beschädigungen von manchen Platten, welche für die wichtigen artdifferenzierenden Merkmale entscheidend sind).

Die statistische Bearbeitung beider Arten durch BACHMANN (1953) hat die berechtigte Existenz der Art gezeigt, welche durch MÜLLER & EISENSCHMIDT in letzter Zeit (1954) bestätigt wurde.

Zusammenfassung

Quadraspidiotus mařani Zahr. (*-schneideri* Bachm.) ist eine gute Art, nicht nur vom Standpunkt der Morphologie (konstante Form von p_1, Dorsaldrüsenzahl), sondern auch vom Standpunkt der Bionomie. Die Art überwintert als befruchtetes Weibchen, die naheverwandte *Qu. piri* Licht. als Zweitlarve. Beide Arten sind variabel, man kann aber zwischen ihnen eine scharfe Grenze ziehen.

Literaturverzeichnis

BACHMANN, F.: *Quadraspidiotus schneideri* n. sp. (*Homopt. Diaspidiod.*), eine neue Schildlausart. Mitt. Schweiz. Ent. Ges. **25**, 357, 1952.

— — Untersuchungen an den gelben Obstbaumschildläusen *Quadraspidiotus piri* Licht. und *Quadraspidiotus schneideri* n. sp.. Z. angew. Ent. **34**, 357—404, 1953.

DUŠKOVÁ, F.: Vergleich der morphologischen Hauptmerkmale der Schildläuse *Quadraspidiotus piri* (Lichtenstein) und *Quadraspidiotus mařani* Zahradník (Coccoidea: Diaspididae). Beitr. Ent. **2**, 452—455, 1952.

Müller, F. P. & Eisenschmidt, H.: *Quadraspidiotus schneideri* Bachmann (*-mařani* Zahradník), eine der San José-Schildlaus ähnliche Deckelschildlaus. Nachrbl. Deutsch. Pflanzenschutzdienst, **8**, 151—153, 1954.

Scherney, F.: Ist *Quadraspidiotus schneideri* Bachmann eine Art? Z. angew. Ent. **35**, 225—231, 1954.

Schmutterer, H.: Die Ökologie der Cocciden (Homoptera, Coccoidea) Frankens. Z. angew. Ent. **33**, 369—420, 544—584, 1952; **34**, 65—100.

Zahradník, J.: Eine neue Schildlausart — *Quadraspidiotus mařani* n. sp. *(Coccoidea: Diaspididae)*. Beitr. Ent. **2**, 449—451, 1952.

— — Zur Nomenklatur von *Quadraspidiotus mařani* Zahradník (*Qu. schneideri* Bachmann). Im Druck.

Referate

Deutscher Entomologentag in Hamburg (30. 7. — 3. 8. 1953) — Verhandlungsbericht. Herausg. v. Prof. Dr. E. Titschak. — 215 S., 120 Abb., 2 Taf. — G. Fischer Verl. Jena 1954, Preis brosch. DM 21,—

In den 14 Vorträgen der Hamburger Entomologentagung, die wissenschaftlich auf beachtlicher Höhe stehen, werden zahlreiche Fragen der angewandten Richtung teils mittelbar, teils unmittelbar berührt. — Das Gebiet der medizinischen Entomologie kam zu Wort in jenen von Weyer über die Kleiderlaus als biologisches Forschungsobjekt, von Erik über die Biologie der Zecken und von Britz über Stechmücken-Taxonomie. Erik teilte bemerkenswerte Feststellungen über die Abhängigkeit europäischer Zeckenarten von kleinklimatischen Bedingungen mit, die er in Zusammenhang mit ihrem Verbreitungsgebiet bringt. Weyer wies auf die ausgezeichnete Eignung des Läusecöloms als Nährboden für die verschiedenen Rickettsia-Arten hin, wodurch die Kleiderlaus zu einem Standardtier der Rickettsienforschung zu werden verspricht. — Über agrar- und forstentomologische Probleme, sowie Fragen der Phytophathologie handelten die Berichte von Ehrenhardt über das Auftreten von *Hyphantria cunea* in Europa und seine Ergebnisse der Temperaturabhängigkeitsprüfung der Entwicklung dieser Art; von Francke-Grosmann über Brutgewohnheiten von *Rynchites germanicus* Hbst. und von Nolte über die Verbreitung des *Lärchenblasenfußes* (die nach unserer derzeitigen Kenntnis annehmen läßt, daß er schon seit langem in Mitteleuropa vertreten ist). In einem zweiten Referat weist Nolte auf das noch weitgehend ungeklärte Problem der stofflichen Beeinflussung von Wirtspflanzen bei Befall durch Schadinsekten hin (Gallbildung). — Die weiteren Vorträge berühren Fragen der allgemeinen Entomologie, so die grundlegenden Ausführungen von Lenz zur Ökologie wasserbewohnender Insekten, von Warnecke über zoogeographische Probleme, von Magnus über sinnesphysiologische Untersuchungen am Kaisermantel. Andere betreffen Faunistik, Sammeltechnik, Populationsmarkierung, Nematoden als Insekten-Kommensalen und -Parasiten, Federlinge und Vogelsystematik. — Z.

Jahresberichte über Holzschutz, 1951/52, begründet von W. Kinberg, herausgegeben von G. Becker und G. Theden, Springer-Verlag, Berlin-Göttingen-Heidelberg, 1954, 144 Seiten, davon 98 Doppelseiten, 4°, Halbleinen DM 34,—

Um die Vielzahl der auf dem Gebiete des Holzschutzes erscheinenden Arbeiten den Wissenschaftlern und Praktikern zugänglich zu machen, wurde von 1936—1950 alljährlich von W. Kinberg das gesamte Schrifttum in Form der „Jahresberichte über Holzschutz" referierend behandelt. Diese, für jeden am Holzschutz Interessierten unentbehrlich gewordene Arbeitshilfe wird nunmehr durch Dr. G. Becker und Dr. G. Theden weitergeführt und in einer neuen Form für die Jahre 1951/52 vorgelegt. Beibehalten wurde die deutsch-englische Fassung, während die fast 800 Arbeiten in Einzelreferaten nach einer neuen Dezimalklassifikation sehr übersichtlich geordnet wiedergegeben werden. Der Inhalt umfaßt: Dokumentation; Aufbau und Eigenschaften des gesunden Holzes; tierische und pflanzliche Schädlinge und ihre Wirkungen auf das Holz; natürlicher, technischer und chemischer Holzschutz mit Schutzmitteln, Prüfverfahren und Wirkungen auf Mensch, Tier und Pflanze; Verfahren zur Einbringung der Imprägniermittel; Anwendungsgebiete; Schutz gegen leichte Entflammbarkeit und gegen chemische Einwirkungen; Verordnungen, Normen, juristische Fragen und Statistiken. Eine nach Autorennamen geordnete Zusammenstellung aller Veröffentlichungen und ein ausführliches Sachverzeichnis schließen sich an. Sind die Jahresberichte schon durch ihren Inhalt unentbehrlich für jeden ernsthaft Interessierten geworden, so wird durch die meisterliche Darstellung der Referate das Lesen zusätzlich noch zu einer wahren Freude. — W. Liese (Freiburg i. Br.)

Als Ergänzung zu der Arbeit
„Über die Lebensgewohnheiten der geflügelten Blattläuse (Aphidina)
unter besonderer Berücksichtigung des Verhaltens beim Landen"
von V. MOERICKE, Bonn

empfehlen wir:

Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Berlin-Dahlem

Herausgegeben
von der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Berlin-Dahlem

Heft 76 **Bericht über die in den Jahren 1950 und 1951 gemeinsam mit den Pflanzenschutzämtern in Nordwestdeutschland durchgeführten Blattlauszählungen** von Dr. J. VULK. 1953. 32 S. m. 8 Abb., kart. DM 4,—

Heft 78 **Monographie der mitteleuropäischen Callaphididae (Zierläuse [Homoptera, Aphidina]) unter besonderer Berücksichtigung des ersten Jugendstadiums.** I. Die Junglarven des ersten Stadiums der mitteleuropäischen Callaphididae. Von W. QUEDNAU. 1954. 52 S. und 9 Tafeln, mit 4 Abb. und 2 Tabellen, kart. DM 5,20

Als Neuerscheinungen liegen folgende Hefte vor:

Heft 79 **Die Vergilbungskrankheit der Rübe.** Zusammenfassender Bericht über die in den Jahren 1947-1952 in Westdeutschland durchgeführten Untersuchungen zur Epidemiologie, Verbreitung, wirtschaftlichen Bedeutung und Bekämpfung der Virose.
Von Dr. W. STEUDEL und Dr. A. HELLING. 1954. 132 S. m. 26 Abb. und 55 Tab., kart. DM 11,—

Heft 80 **29. Pflanzenschutz-Tagung** der Biologischen Bundesanstalt Braunschweig in Heidelberg, 5.-9. Oktober 1953
1954. 178 S. m. 30 Abb. und 8 Tab., kart. DM 17,—

Heft 81 **Pflanzliche Virusforschung,** Vorträge gehalten anläßlich der Einweihung des neu errichteten Dienstgebäudes der Abteilung für pflanzliche Virusforschung der Biologischen Bundesanstalt Braunschweig am 23. Februar 1954
1954. 51 S. m. 13 Abb., kart. DM 6,—

Die „Mitteilungen" setzen die wissenschaftliche Tradition der früheren Biologischen Reichsanstalt fort. Sie informieren die Land- und Forstwirtschaft, den Garten-, Obst- und Weinbau über die Forschungsergebnisse der Wissenschaft und geben der weitverzweigten Industrie der Pflanzenschutzmittel wertvolle Anregungen

Abonnenten der Mitteilungen erhalten einen Nachlaß von 10 %

VERLAG PAUL PAREY / BERLIN UND HAMBURG
Auslieferung: Berlin SW 68 (Westberlin), Lindenstraße 44-47

Handbuch der Pflanzenkrankheiten

begründet von PAUL SORAUER

In sechs Bänden herausgegeben von

Prof. Dr. Dr. h. c. O. APPEL †
Geh. Reg.-Rat, Präsident a. D. der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft

Prof. Dr. H. BLUNCK
ehem. Direktor des Instituts für Pflanzenkrankheiten der Universität Bonn

Prof. Dr. H. RICHTER
Präsident der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft

V. Band: Tierische Schädlinge an Nutzpflanzen, 2. Teil

Fünfte, neubearbeitete Auflage

Erste Lieferung:

Diptera, Hymenoptera

bearbeitet von Dr. H. Francke-Großmann, Prof. Dr. K. Gößwald, Prof. Dr. W. Hennig, Dr. H. Maercks, Dr. E. Otten

1953. 320 Seiten mit 95 Abbildungen, Ganzleinen DM 80.—

Zweite Lieferung:

Coleoptera

bearbeitet von Dr. G. Dosse, Prof. Dr. K. Friederichs, F. Heikertinger, A. Horion, Prof. Dr. H. Kemper, R. Kleine, Dr. H. Mühlmann, Dr. G. Schmidt, Dr. W. Speyer, H. E. Wichmann, Dr. E. v. Winning, Prof. Dr. Fr. Zacher

1954. 608 Seiten mit 157 Abbildungen, Ganzleinen DM 144.—

Dritte Lieferung:

Heteroptera und Homoptera, 1. Teil

bearbeitet von Dr. H. J. Müller und Dr. E. Otten

In Vorbereitung. Erscheint Sommer 1955

Vierte Lieferung:

Homoptera, II. Teil, Aphidoidea, Coccoidea

bearbeitet von Ob.-Reg.-Rat Dr. C. Börner, Dr. K. Heinze, Dr. W. Kloft, Prof. Dr. M. Lüdicke

In Vorbereitung. Erscheint Sommer 1955

Fünfte Lieferung:

Vertebrata

bearbeitet von Dr. M. Klemm und Dr. K. Mannsfeld

In Vorbereitung. Erscheint Ende 1955

Die Lieferungen des Bandes V sind einzeln käuflich. Bei Verpflichtung zur Abnahme aller Lieferungen dieses Bandes ermäßigt sich der Einzelpreis der Lieferungen um 10%

VERLAG PAUL PAREY / BERLIN UND HAMBURG

Verlag: Paul Parey, Berlin SW68, Lindenstr. 44-47. Herausgeber: Prof. Dr. W. Zwölfer, München 13, Amalienstr. 52. Printed in Germany. Druck: Lindemann & Lüdecke, Berlin SO 36, Oranienstr. 183. Erscheinungsweise: Jährlich erscheinen etwa 6 Hefte (4 Hefte = 1 Band). Alle Rechte, auch die der Übersetzung, des auszugsweisen Nachdrucks und der photomechanischen Wiedergabe, vorbehalten.